



DOI 10.55471/19973225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2022

ЯНВАРЬ-МАРТ
Выпуск 1

JANUARY-MARCH Iss. 1/2022

16+



ИЗВЕСТИЯ

**Самарской государственной
сельскохозяйственной академии**

ЯНВАРЬ-МАРТ Вып.1/2022

Самара 2022

Bulletin

**Samara State
Agricultural Academy**

JANUARY-MARCH Iss.1/2022

Samara 2022

УДК 619
ИЗЗ

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Вып. 1/2022

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации от 9 августа 2018 года 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:

С. В. Машков, кандидат экономических наук, доцент

Зам. главного научного редактора:

П. А. Ишкин, кандидат технических наук, доцент

Редакционно-издательский совет:

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

Васин Алексей Васильевич – д-р с.-х. наук, проф. кафедры 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 Валерьевич – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой агрономии и агротехнологий Рязанского ГАУ им. П. А. Костычева.

Есков Иван Дмитриевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений и 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.

Косхельев Виталий Витальевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой селекции, семеноводства и биологии Пензенского ГАУ.

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

Семиволов Александр Мефодьевич – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

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.

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

Лущников Владимир Петрович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

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

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

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

Петрова Светлана Станиславовна – канд. техн. наук, доцент кафедры механики и инженерной графики Самарского ГАУ.

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

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

Редакция научного журнала:

Петрова С. С. – ответственный редактор

Меньшова Е. А. – технический редактор

Федорова Л. П. – корректор

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии ООО «Слово», г. Самара, ул. Песчаная, 1

Тел.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460

Цена свободная

Подписано в печать 16.03.2022

Формат 60×84/8. Печ. л. 11,63

Тираж 1000. Заказ №2001

Дата выхода 26.03.2022

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, 2022

16+

UDC 619
I33

Bulletin

Samara State Agricultural
Academy

Iss. 1/2022

In accordance with Order of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry of Education and Science (VAK) of August 9, 2018 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:

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

Deputy, Chief Scientific Editor:

P. A. Ishkin, 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.

Vasin Alexey Vasilyevich – Dr. of Ag. Sci., Professor 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 Arkadyevna – 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.

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

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

Koshelyev Vitaly Vitalyevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Breeding, Seed Production and Biology Penza SAU.

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

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

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

Semyvolos Alexander Mefodievich – Dr. of Vet. Sci., Professor of the Department of Animal Diseases and Veterinary-Sanitary Expertise of the Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

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.

Lushnikov Vladimir Petrovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of production and processing technology of livestock products Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

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.

Petrova Svetlana Stanislavovna – Cand. of Tech. Sci., Associate Professor of the Department Mechanics and Engineering Schedules Samara SAU.

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».

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

Edition science journal:

Petrova S. S. – editor-in-chief

Men'shova E. A. – technical editor

Fedorova L. P. – proofreader

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House LLC «Slovo», Samara, Peschanaya street, 1

Tel.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

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

Price undefined

Signed in print 16.03.2022

Format 60×84/8. Printed sheets 11.63

Print run 1000. Edition №2001

Publishing date 26.03.2022

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, 2022

16+

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 633.16: 631.859

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_3

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОСФОГИПСА В АГРОЦЕНОЗАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Наталья Михайловна Троц^{1✉}, Наталья Владимировна Боровкова², Анатолий Александрович Соловьев³

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

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

²isslab@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1215-7067>

³anatoliy.solovyev@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0002-6486-7899>

Цель исследований – разработка приемов мелиорации почвы за счет внесения фосфогипса под посевы ярового ячменя на черноземе солонцеватом в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области. Исследования проводились в 2019-2021 гг. Почва – чернозём обыкновенный солонцеватый среднесуглинистый с мощностью гумусового горизонта до 50-60 см. Полные всходы ярового ячменя сорта Беркут в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области появляются на 7 день после посева, какого-либо влияния на данный процесс действия минеральных удобрений и фосфогипса не прослеживается. Их влияние начинает проявляться позже. Внесение в почву фосфогипса в норме 1,5-4,5 т/га увеличивает вегетацию ярового ячменя на 3-4 дня, применение фосфогипса в норме 6,0 т/га – на 5 дней. Внесение в почву фосфогипса на фоне применения Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P₂O₅ действующего вещества, способствует увеличению natyры зерна, в среднем на 5,9-9,5% – до 710-734 г/л, содержания в абсолютно сухом веществе жира и золы, соответственно на 3,4-14,2 и 4,5-20,3% и безазотистых экстрактивных веществ – с 69,2 до 72,7%. Максимальные значения этих показателей отмечались в вариантах с внесением фосфогипса 4,5 и 6,0 т на 1 га. Экономически наиболее целесообразно под яровой ячмень сорта Беркут на черноземе обыкновенном солонцеватом центральной агроклиматической зоны Самарской области вносить фосфогипс в норме 4,5 т/га. Применение повышенной нормы фосфогипса (6,0 т/га) не обеспечивает существенную прибавку урожая, ведет к увеличению производственных затрат, снижению уровня рентабельности производства и нерациональному использованию мелиоранта.

Ключевые слова: фосфогипс, солонцеватость, мелиорация, экономическая оценка.

Для цитирования: Троц Н. М., Боровкова Н. В., Соловьев А. А. Оценка эффективности фосфогипса на посевах ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 3–11. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_3

AGRICULTURE

Original article

EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM IN AGROCENOSIS OF SPRING BARLEY

Natalia M. Trots^{1✉}, Natalia V. Borovkova², Anatoly A. Soloviev³

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

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

²isslab@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1215-7067>

³anatoliy.solovyev@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0002-6486-7899>

The purpose of the research is to develop ways of soil reclamation applying phosphogypsum for spring barley crops on chernozemic soil growing under the conditions of the central agro-climatic zone of the Samara region. The studies were conducted in 2019-2021. The soil is ordinary medium loamy chernozemic with A1 horizon up to 50-60 cm. Full

shoots of spring barley of the Berkut variety under the conditions of the central agro-climatic zone of the Samara region come up on the 7th day after seeding have been performed, there is no effect on this process both of mineral fertilizers and phosphogypsum. Their influence begins to manifest itself later. The introduction of phosphogypsum into the soil at a rate of 1.5-4.5 t / ha increases the vegetation of spring barley by 3-4 days, the use of phosphogypsum at a rate of 6.0 t / ha – by 5 days. The introduction of phosphogypsum into the soil against the background of the use of Ammophos in the norm of 100 kg/ha in gross weight, or 12 kg /ha – N and 52 kg/ha – P₂O₅ of the primary material, contributes to an increase of grain, on average by 5.9-9.5% – up to 710-734 g/l, the content of fat and ash in absolutely dry matter, respectively by 3.4-14.2 and 4.5-20.3% and free nitrogen extract – с 69.2% до 72.7%. The maximum values of these indicators were noted on the variants with the introduction of phosphogypsum 4.5 and 6.0 t per 1 ha. Economically, it is most expedient to apply phosphogypsum at a rate of 4.5 t/ha for spring barley of the Berkut variety on ordinary chernozemic soil of the central agro-climatic zone of the Samara region. The use of the above norm of phosphogypsum (6.0 t/ha) does not provide a significant increase of yield, leads to an increase of the production cost, a decrease of profitability of works and inefficient use of ameliorant.

Keywords: phosphogypsum, alkalinity, melioration, economic evaluation.

For citation: Trots, N. M., Borovkova, N. V. & Soloviev, A. A. (2022). Efficiency of phosphogypsum in agrocenosis of spring barley. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 3–11. (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_3

Даже лучшие почвы мира – черноземы в агрокультуре, особенно в ирригационной агрокультуре – также деградируют, приобретают иллювиально-элювиальное строение почвенного профиля и уплотняются (плотность достигает 1,5 т/м³ и более) [1]. Это требует от современной цивилизации принципиального переосмысления подходов к технологической активности человека в биосфере в смысле ее устойчивости, продуктивности, рекреационного качества, привлекательности для жизни, освоения природоподобных технологий и технических решений для их реализации. Современные технологии в земледелии и растениеводстве должны строиться на природоохранной и средосберегающей основе, а антропогенное воздействие на почву, с целью повышения выхода биологического продукта, должно предусматривать средне- и долгосрочные меры коррекции ее свойств – мелиорацию [2].

В результате нерационального использования пашни, нарушения систем ее обработки и технологий возделывания культур в Самарской области заметно увеличилась площадь засоленных и солонцеватых земель, достигнув 70 тыс. га. Причем каких-либо мелиорирующих мероприятий на них не проводится. Проблема решается проведением мелиоративных мероприятий, в первую очередь путем внесения гипса. Однако, наряду с гипсом для рассоления почв может быть использован фосфогипс Балаковского филиала АО «Апатит», находящегося в Саратовской области на относительно близком расстоянии от Самарской области. Его запасы в отвалах предприятия огромны и превышают 40 млн т, а цена, с доставкой в железнодорожном вагоне, составляет около 900 руб. за 1 т, при условии самовывоза – 100 руб. за 1 т [3, 4].

Научные исследования по использованию фосфогипса в качестве мелиоранта в условиях Самарской области практически не проводились. В результате нет конкретных рекомендаций по его применению под различные сельскохозяйственные культуры. В связи с этим исследования по данной проблеме являются актуальными и имеют большую практическую значимость.

Цель исследований – разработка приемов мелиорации почвы за счет внесения фосфогипса под посевы ярового ячменя на черноземе солонцеватом в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области.

Задачи исследований – изучить влияние внесения фосфогипса различных норм (1,5, 3,0, 4,5 и 6,0 т/га) на полевую всхожесть и сохранность растений ячменя, особенности роста и развития растений, формирование элементов структуры урожая и продуктивность посевов; провести экономическую оценку целесообразности внесения фосфогипса в норме 1,5, 3,0, 4,5 и 6,0 т/га на черноземе обыкновенном солонцеватом под посевы ярового ячменя.

Сумма положительных температур за вегетационный период ячменя (май – июль) в среднем по годам исследований составила в среднем 2009⁰С, при норме 1602⁰С, ГТК 0,55. Таким образом,

погодные условия в период вегетации опытных посевов ячменя можно характеризовать как засушливые.

Материал и методы исследований. В 2019-2021 гг. полевой опыт закладывался на территории опытного участка в юго-восточной части Кинельского района на верхней притеррасной части поймы правого берега р. Самара с выравненным микрорельефом. Почва – чернозём обыкновенный солонцеватый среднесуглинистый с мощностью гумусового горизонта до 50-60 см. Схема опыта включала шесть вариантов (табл. 1).

Таблица 1

Схема полевого опыта по влиянию фосфогипса на посевы ярового ячменя

№	Вариант опыта, норма внесения	Способ и сроки внесения, особенности применения
1	Контроль (без/удобрений)	Внесение аммофоса и фосфогипса под обработку до посева культуры.
2	Аммофос 100 кг/га (Фон)	
3	Фон + 1,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	
4	Фон + 3,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид*	
5	Фон + 4,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид*	
6	Фон + 6,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид*	

Примечание * – подкормка карбамидом проводилась в фазу колошения, данные по удобрениям приведены в физической массе.

В вариантах 3-6 фосфогипс вносили на фоне применения минерального удобрения Аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P_2O_5 действующего вещества. Одна половина расчетной нормы вносилась путем разбрасывания под предпосевную культивацию, а вторая – при посеве через туковысевающие аппараты сеялки. В период колошения растения этих вариантов подкармливались карбамидом ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (мочевина), в норме 100 кг/га в физическом весе, или 46 кг/га действующего вещества. Перед уборкой урожая в посевах каждого варианта опыта на делянках двух несмежных повторений были отобраны снопы растений вместе с корневыми системами для определения структуры урожая – совокупности элементов, слагающих продуктивность растений. Затем путем разбора снопов подсчитывалось число растений на 1 м², среднее число продуктивных стеблей на 1 м², определялся коэффициент продуктивной кустистости, устанавливалось количество и масса зерен в одном колосе, масса всех зерен с 1 м², масса 1000 зерен, рассчитывалась биологическая урожайность посевов.

Норма высева семян определялась в расчете 4,5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Объект исследований – растения ярового ячменя сорта Беркут. Сорт выведен в Самарском НИИСХ, рекомендован для возделывания в Центральной и Южной зонах Самарской области. Растение среднерослое. Зерновка крупная. Масса 1000 зерен 42-49 г. Средняя урожайность в регионе 2,77 т/га, максимальная – 5,78 т/га. Сорт среднеспелый, вегетационный период длится 72-84 дня. Зернофуражный. Содержание белка 10,9-12,7%.

Общая площадь делянок – 100 м², учетная 80 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Полевые опыты сопровождались необходимыми наблюдениями и анализами [5, 6, 7, 8].

Результаты исследований. Яровой ячмень сорта Беркут, даже при дефиците атмосферной влаги, способен формировать в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области, на слабощелочных черноземных почвах, достаточно высокие урожаи зерна – на уровне 2,32 т зерна с 1 га.

Внесение Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P_2O_5 действующего вещества, достоверно повышает продуктивность растений в среднем на 7,7% или 0,18 т/га – до 2,50 т/га, против 2,32 т/га на контроле (табл. 2).

Применение фосфогипса на фоне Аммофоса, даже в относительно небольшой норме – 1,5 т/га, и подкормка растений карбамидом (вариант 3) увеличивает сборы зерна с 1 га на 12,5 % – до 2,61 т/га. Повышение нормы мелиоранта до 3,0 т/га (вариант 4) способствует лучшей оптимизации реакции почвенной среды и минерального питания растений, в результате урожайность растений повышается еще на 9% и достигает 2,82 т/га, что на 21,5% выше контрольного значения.

Выявленные биометрические особенности развития растений в вариантах с применением фосфогипса в норме 4,5 т/га (вариант 5) и 6,0 т/га (вариант 6) обуславливали максимально высокие сборы зерна, соответственно 3,14 и 3,16 т/га, что на 35,3 и 36,2% выше урожайности контрольного варианта.

Таблица 2

Урожайность зерна ярового ячменя при внесении фосфогипса

№	Вариант опыта, норма внесения	Урожайность зерна, т/га	Прибавка по отношению к контролю	
			т/га	%
1	Контроль (без/удобрений)	2,32	-	-
2	Аммофос 100 кг/га (Фон)	2,50	0,18	7,7
3	Фон + 1,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	2,61	0,29	12,5
4	Фон + 3,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	2,82	0,50	21,5
5	Фон + 4,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	3,14	0,82	35,3
6	Фон + 6,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	3,16	0,84	36,2
НСР ₀₅		0,2	-	-

Установлено, что продуктивность растений варианта с повышенной нормой фосфогипса (6,0 т/га) примерно равна урожайности растений варианта с нормой внесения фосфогипса 4,5 т/га. Очевидно дальнейший рост урожайности лимитируется не наличием питательных веществ почве и уровнем реакции почвенного раствора, а другими факторами и в первую очередь влагообеспеченностью [9, 10].

По результатам исследований можно сделать заключение, что внесение в почву фосфогипса на фоне применения Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P₂O₅ действующего вещества, достоверно обеспечивает прибавку урожая зерна ярового ячменя сорта Беркут в пределах 12,5-36,2%, или 0,29-0,84 т зерна с 1 га. Максимальное количество зерна с 1 га было получено в вариантах с внесением фосфогипса в норме 4,5 т/га (вариант 5) и 6,0 т/га (вариант 6), соответственно – 3,14 и 3,16 т.

Число продуктивных стеблей в вариантах варьирует от 442 до 523 шт./м². Коэффициент продуктивной кустистости во всех вариантах был одинаковым (2,2) и не зависел от нормы внесения фосфогипса. Густота стояния продуктивных стеблей, в первую очередь, определялась сохранностью растений к уборке. Этот показатель закладывается на начальных этапах органогенеза (фаза кущения), когда действие мелиоранта проявляется еще слабо и кущение, в первую очередь, определяется биологическими особенностями культуры и наличием доступной почвенной влаги (табл. 3).

Таблица 3

Показатели структуры урожая зерна ярового ячменя при внесении фосфогипса

№	Вариант опыта, норма внесения	Число растений к уборке, шт./м ²	Коэффициент продуктивного колосения	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна колоса, г	Масса зерен с 1 м ² /г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
1	Контроль (без удобрений)	200	2,2	15,5	0,61	270	38,2	2,70
2	Аммофос 100 кг/га (Фон)	219	2,2	16,7	0,66	315	39,8	3,15
3	Фон + 1,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	222	2,2	17,0	0,68	328	40,4	3,28
4	Фон + 3,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	225	2,2	17,1	0,70	347	41,0	3,47
5	Фон + 4,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	230	2,2	17,5	0,72	377	41,5	3,77
6	Фон + 6,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	231	2,2	17,8	0,74	380	41,8	3,80

Анализ данных по числу зерен в колосе показал, что их количество в среднем варьирует от 15,5 шт. (у растений контрольного варианта) до 17,5 и 17,8 шт. (в вариантах с внесением фосфогипса 4,5 и 6,0 т/га). Данная закономерность привела к изменению суммарной массы зерна с одного колоса – с 0,61 до 0,74 г. Этот показатель зависел не только от числа зерен, но и от их массы. Установлено, что с повышением уровня агрофона и запаса макро- и микроэлементов в почве, увеличивается и абсолютная масса зерна (масса 1000 зерен) с 38,2 г (контроль) до 41,5 и 41,8 г (варианты с внесением фосфогипса 4,5 и 6,0 т/га). Следовательно, масса зерна с одного колоса в этих вариантах был в среднем на 18,0 и 21,3% больше, чем на контроле и равнялся соответственно 0,72 и 0,74 г, против 0,61 г – у растений контрольного варианта.

Повышение массы 1000 семян в вариантах с внесением фонового удобрения и фосфогипса различных норм обусловлено лучшим минеральным питанием растений, более продуктивным ходом процессов фотосинтеза и накопления органического вещества в зерне. Контрольные растения произрастали в условиях слабощелочного почвенного раствора, который во многом сдерживал поступление влаги в растительные ткани и реализацию потенциальных возможностей сорта.

Число продуктивных колосьев на 1 м² и масса зерна с одного колоса определяли биологическую урожайность зерна на 1 м² опытных посевов. В фоновом варианте (Аммофос 100 кг/га) она была в среднем на 16,6% больше контрольного индекса – 315 г, против 270 г – на контроле. В вариантах с применением фосфогипса она дополнительно возрастала на 4,1-20,6% по сравнению с вариантом 2, а по отношению к контролю – на 21,4-40,7%.

Урожайность зерна с 1 м² посевов в конечном итоге обуславливала биологическую урожайность 1 га посевов. Она оказалась в среднем на 16,3-26,0% больше фактически полученной при комбайновой уборке и составляла 2,70-3,80 т/га. Очевидно часть зерна была потеряна при скашивании растений и их обмолоте. Однако выявленные ранее закономерности роста продуктивности растений по мере увеличения нормы внесения мелиоранта сохранялись. Наибольшая биологическая урожайность зерна в опыте была получена в вариантах с внесением 4,6 и 6,0 т/га фосфогипса, соответственно, 3,77 и 3,80 т/га.

По результатам исследований можно сделать заключение, что внесение Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P₂O₅ действующего вещества, способствует увеличению числа зерен в колосе в среднем на 7,7%, массы зерна колоса – на 8,1 %, массы 1000 зерен – на 4,1 %, массы всех зерен с 1 м² и биологической урожайности ячменя – на 16,6 %. Добавление к Аммофосу фосфогипса и карбамида способствует дальнейшему росту качественных параметров структуры урожая. При этом максимальное число зерен в колосе – 17,5 и 17,8 шт., их масса – 0,72 и 0,74 г, а также масса 1000 зерен с 38,2 г – на контроле до 41,5 и 41,8 г были отмечены у растений вариантов с внесением фосфогипса с нормой 4,5 и 6,0 т/га (варианты 5 и 6). Биологическая урожайность в среднем больше показателя контрольного варианта, соответственно, на 39,6 и 40,7 % и на 19,6 и 20,6% – фонового варианта.

Показатели качества зерна в опытах определялись в соответствии с действующими правилами и ГОСТами. Натура зерна определялась на зерновых весах (пурка) в соответствии с ГОСТ Р 54895-2012 «Зерно. Метод определения натуры», а химический состав зерна по ГОСТ Р 53900-2010 «Ячмень кормовой. Технические условия» [11, 12].

Взвешивания зерна литровой пуркой показало, что оно имеет достаточно высокую натуру – 670-734 г/л и по этому параметру относится к группе высоко натурального зерна (605-750 г/л) (табл. 4).

Таблица 4

Качество зерна ярового ячменя при внесении фосфогипса

№	Вариант опыта, норма внесения	Натура зерна, г/л	Химический состав зерна, в абсолютно сухом веществе, %				
			белок	клетчатка	жир	зола	БЭВ
1	Контроль (без/удобрений)	670	12,48	13,61	2,32	2,41	69,2
2	Аммофос 100 кг/га (Фон)	690	12,34	12,99	2,40	2,52	69,9
3	Фон + 1,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	710	12,30	11,63	2,50	2,60	70,1
4	Фон + 3,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	720	12,05	11,41	2,55	2,72	71,3
5	Фон + 4,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	730	11,20	10,82	2,58	2,86	72,5
6	Фон + 6,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	734	11,10	10,61	2,65	2,90	72,7

Однако данный показатель разнился по вариантам опыта. Наиболее полновесное зерно было получено на делянках, где на фоне внесения Аммофоса применялся фосфогипс в норме 4,5 и 6,0 т/га, соответственно 730 и 734 г/л, что в среднем на 8,9 и 9,5% больше контрольного значения. В целом внесение фосфогипса с последующей подкормкой растений карбамидом позволило увеличить массу зерна на 5,9-9,5% – до 710-734 г/л против 670 г/л – на контроле. Внесение в почву Аммофоса также способствовало получению тяжеловесного зерна – 690 г/л, но прибавка была относительно небольшая и не превышала 2,9%, что находилось в пределах статистической ошибки опыта.

Внесение в почву аммофоса, а затем и фосфогипса с подкормкой растений карбамидом, обеспечивало дополнительное поступление в пахотный горизонт макро- и микроэлементов, а также оптимизировало реакцию среды обитания корневых систем, вытеснив из почвенного раствора ионы натрия (Na^+), заменив их ионами кальция (Ca^{2+}), тем самым улучшало снабжение растительного организма пищевыми ресурсами, стимулировало фотосинтетические и биохимические процессы в клетках и тканях, а, следовательно, и отложение пластических веществ в генеративных органах, что сказалось на полноте выполнения зерновок ячменя.

Химические анализы абсолютно сухого вещества зерна выявили особенности отложения в нем белковых веществ. При этом установлена обратная закономерность. С повышением агрофона содержание белка в зерне снижается в среднем на 1,1-12,4%. При этом минимальный уровень белка – 11,20 и 11,10% отмечен в вариантах с применением фосфогипса в норме 4,5 и 6,0 т/га (варианты 5 и 6), а максимальный – в контрольном варианте (без удобрений) – 12,48%.

По поводу этой закономерности некоторые исследователи считают, что наибольшее количество белка накапливают растения, произрастающие в условиях повышенных температур на сухих почвах с пониженным уровнем плодородия [3]. С увеличением влажности почвы и внесением удобрений в зерне больше откладывается крахмала.

Аналогичная закономерность прослеживалась и с клетчаткой, большую часть которой составляют пленки зерна. С повышением объема зерна, в вариантах с высокими нормами внесения фосфогипса, уменьшалось число складок и морщин, а, следовательно, и количество клетчатки, минимальное значение которой отмечалось в варианте 5 (4,5 т фосфогипса на 1 га) – 11,20% и в варианте 6 (6 т фосфогипса на 1 га) – 11,10%, что в среднем на 11,4 и 12,5% меньше, чем в контрольном варианте. Установлено, что концентрация жира в абсолютно сухом веществе находится на уровне 2,32-2,65%, зольных веществ – на уровне 2,41-2,90%. При этом, в отличие от белка, их содержание с внесением Аммофоса и повышением нормы фосфогипса увеличивается в среднем соответственно на 3,4-14,2 и 4,5-20,3%. Очевидно это обусловлено дополнительным поступлением макро- и микроэлементов в растительные ткани, их участием в биохимических процессах образования органических соединений, в том числе запасных, с последующей локализацией в генеративных органах.

Внесение в почву фосфогипса на фоне применения Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P_2O_5 действующего вещества, способствует увеличению массы зерна в среднем на 5,9-9,5% – до 710-734 г/л, содержания в абсолютно сухом веществе жира и золы, соответственно на 3,4-14,2 и 4,5-20,3%, и БЭВ (безазотистых экстрактивных веществ) – с 69,2 до 72,7%. При этом максимальные значения показателей отмечались в вариантах с внесением 4,5 т фосфогипса на 1 га (вариант 5) и 6,0 т/га (вариант 6). Однако с повышением уровня плодородия почвы происходит снижение концентрации белка в зерне – с 12,48% (на контроле) до 11,20% – в варианте 5 и до 11,10% – в варианте 6.

Известно, что внедрение в производство тех или иных агротехнических мероприятий должно быть экономически оправдано, а дополнительные затраты полностью окупаться стоимостью полученной прибавки продукции.

Экономическими расчетами установлено, что стоимость полученного урожая в денежном выражении по вариантам опыта варьирует от 20 880 руб./га до 28 400 руб./га (в ценах, сложившихся на август – сентябрь 2021 г., в расчете 9 000 руб. за 1 т зерна ячменя) (табл. 5).

Производственные затраты на выполнение всех технологических операций, покупку удобрений и мелиоранта составили 9 160-12 950 руб./га и полностью окупались стоимостью произведенной продукции, с получением условно чистого дохода в пределах 11 720-15 490 руб./га и уровнем рентабельности 100,6-127,9 %.

Таблица 5

Экономическая эффективность применения фосфогипса на посевах ярового ячменя

№	Вариант опыта, норма внесения	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
1	Контроль (без/удобрений)	20880	9160	11720	127,9
2	Аммофос 100 кг/га (Фон)	22500	11200	11300	100,8
3	Фон + 1,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	23490	12500	10990	87,9
4	Фон + 3,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	25380	12650	12730	100,6
5	Фон + 4,5 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	28260	12800	15460	120,7
6	Фон + 6,0 т/га ФГ + 100 кг/га карбамид	28440	12950	15490	119,6

Внесение минеральных удобрений и мелиоранта потребовало дополнительных материальных и денежных затрат, которые в фоновом варианте опыта (вариант 2) увеличились по сравнению с контролем на 2 040 руб./га, а в варианте с внесением фосфогипса в норме 1,5 т/га (вариант 3) – на 12 500 руб./га. Однако прибавка продукции от внесения сравнительно небольшой нормы мелиоранта оказалось недостаточно высокой, для того чтобы удержать показатель рентабельности на уровне контрольного значения. Он составил только 87,9%, против 127,9% – в контрольном варианте.

По мере увеличения нормы внесения фосфогипса до 3,0 т/га (вариант 4) увеличивался объем дополнительно произведенного зерна, а, следовательно, и общая стоимость продукции – в среднем на 8,0%. Однако производственные затраты, благодаря низкой стоимости фосфогипса (100 руб. за 1 т), возрастали только на 1,2%. В результате величина условно чистого дохода повышалась на 15,8%, а уровень рентабельности составлял уже 100,6%.

Повышение нормы внесения мелиоранта до 4,5 т/га (вариант 5) обеспечивало существенную прибавку урожая по сравнению с контрольным вариантом и вариантом с минимальной нормой фосфогипса 1,5 т/га (вариант 3), достигшую в денежном выражении соответственно 7 380 руб./га и 4 770 руб./га, при сравнительно небольших производственных затратах. В результате существенно возрастал условно чистый доход, а уровень рентабельности повышался до 120,7%. При этом в отличие от контрольного варианта, действие фосфогипса пролонгировалось, как минимум, на два последующих года, что будет обеспечивать прибавку урожая следующих культур севооборота.

Экономическая оценка варианта с внесением повышенной нормы фосфогипса (6,0 т/га) (вариант 6) не выявила его преимущества перед вариантом с нормой внесения мелиоранта 4,5 т/га. Стоимость полученного урожая практически не увеличивается, а производственные затраты возрастают, что не обеспечивает рост показателя рентабельности, который даже снижается до 119,7%. Следовательно, внесение повышенной нормы мелиоранта в почвенно-климатических условиях хозяйства не целесообразно, поскольку ведет к нерациональному его использованию.

Заключение. Полные всходы ярового ячменя сорта Беркут в условиях центральной агроклиматической зоны Самарской области появляются на 7 день после посева, при этом, какого-либо влияния на данный процесс действия минеральных удобрений и фосфогипса не прослеживается. Их влияние начинает проявляться позже. Внесение в почву фосфогипса в норме 1,5-4,5 т/га увеличивает вегетацию ярового ячменя на 3-4 дня, а применение фосфогипса в норме 6,0 т/га – на 5 дней. Внесение фосфогипса весной поверхностно в разброс под культивацию практически не оказывает влияния на полевую всхожесть семян, но позволяет, по сравнению с контролем, в среднем на 5,5-12,2 % увеличить сохранность растений к уборке. При этом наибольший эффект наблюдается при внесении в почву 4,5-6,0 т мелиоранта на 1 га. Внесение фосфогипса под посевы ярового ячменя сорта Беркут, увеличивает темпы среднесуточных линейных приростов стеблей и их высоту к моменту уборки урожая, в среднем, на 3,9-12,6 % или на 6,0-13 см. При этом максимальные значения высоты стеблей, ко времени их среза комбайном, отмечались у растений вариантов 5 (4,5 т/га) и 6 (6,0 т/га), соответственно 86 см и 89 см, против 76 см – в контрольном варианте. Использование фосфогипса на фоне применения Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе, или 12 кг/га – N и 52 кг/га – P₂O₅ действующего вещества, достоверно обеспечивает прибавку урожая зерна ярового ячменя сорта Беркут в пределах 12,5-36,2 %, или 0,29-0,84 т зерна с 1 га, при этом максимальное количество зерна с 1 га было получено в вариантах с внесением фосфогипса в норме 4,5 и 6,0 т/га, соответственно –

3,14 и 3,16 т. Внесение Аммофоса в норме 100 кг/га в физическом весе способствует увеличению числа зерен в колосе в среднем на 7,7 %, массы зерна колоса – 8,1 %, массы 1000 зерен – на 4,1 %, массы всех зерен с 1 м² и биологической урожайности ячменя – на 16,6 %. Добавление к Аммофосу фосфогипса и карбамида ведет к дальнейшему росту качественных параметров структуры урожая. При этом максимальное число зерен в колосе – 17,5 и 17,8 шт., их масса – 0,72 и 0,74 г, а также масса 1000 зерен были отмечены у растений вариантов с внесением фосфогипса с нормой 4,5 и 6,0 т/га. Их биологическая урожайность оказалась в среднем на 39,6 и 40,7 % больше показателя контрольного варианта и на 19,6 и 20,6 % – фонового варианта.

Все варианты норм внесения в почву фосфогипса окупаются условно чистым доходом. При этом внесение фосфогипса в норме 1,5 и 3,0 т/га не обеспечивает, по сравнению с контролем, и фоновым вариантом, существенной прибавки условно чистого дохода.

Экономически наиболее целесообразно под яровой ячмень сорта Беркут на черноземе обыкновенном солонцеватом центральной агроклиматической зоны Самарской области вносить фосфогипс в норме 4,5 т/га. Применение повышенной нормы фосфогипса (6,0 т/га) не обеспечивает существенную прибавку урожая, ведет к увеличению производственных затрат, снижению уровня рентабельности производства и нерациональному использованию мелиоранта.

Список источников

1. Колесников С. И., Азнаурьян Д. К. и др. Изучение возможности использования мочевины и фосфогипса в качестве мелиорантов нефтезагрязненных почв в модельном опыте // *Агрохимия*. 2011. № 9. С. 77–81.
2. Окорков В. В. Использование фосфогипса в земледелии // *Владимирский земледелец*. 2012. №4(62). С. 12–19.
3. Аканова Н. И. Фосфогипс нейтрализованный – перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия // *Плодородие*. 2013. №1. С. 2–7.
4. Аканова Н. И., Троц Н. М., Троц В. Б. Агроэкологическая эффективность применения калийно-натриевого глинистого удобрения на посевах сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья // *Самара AgroВектор*. 2021. № 1. С. 32–39. doi: 10.55170/77962_2021_1_1_32.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5 изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Троц Н. М., Горшкова О. В. Оценка состояния земель сельскохозяйственного назначения Самарской области, находящихся в зоне нефтедобычи // *Аграрная Россия*. 2018. № 4. С. 10–13. doi: 10.30906/1999-5636-2018-4-10-13.
7. Минеев В. Г. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ. 332 с.
8. Liu X., He P., Jin J., Zhou W., Sulewski G., Phillips S. Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China // *Agronomy Journal*. 2011. Vol. 103, Iss. 5. P. 1452–1463.
9. Габибов М. А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота // *Вестник Воронежского ГАУ*. 2017. № 2. С. 40–44.
10. Вильдфлуш И. Р. Агрохимия удобрения и их применение в современном земледелии. Горки: БГСХА, 2019. 405 с.
11. Кирейчева Л. В., Нефедов А. В., Виноградов Д. В. Обоснование использования удобрительно-мелиорирующей смеси на основе торфа и сапропеля для повышения плодородия деградированных почв // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. 2016. № 3 (31). С. 12–17.
12. Троц В. Б., Ахматов Д. А., Троц Н. М. Влияние минеральных удобрений на аккумуляцию тяжелых металлов в почве и фитомассе зерновых культур // *Зерновое хозяйство России*. 2015. № 1. С. 45–49.

References

1. Kolesnikov, S. I. & Aznauryan, D. K. et al. (2011). Possibility of using urea and phosphogypsum as ameliorants of oil-contaminated soils in a dummy experiment. *Agrohimiya (Agrochemistry)*, 9, 77–81 (in Russ.).
2. Okorkov, V. V. (2012). The use of phosphogypsum in agriculture. *Vladimirskii zemledec (Vladimir agricolist)*, 4 (62), 12–19 (in Russ.).
3. Akanova, N. I. (2013). Neutralized phosphogypsum – a promising agrochemical agent for agricultural intensification. *Plodorodie (Plodorodie)*, 1, 2–7 (in Russ.).
4. Akanova, N. I., Trots, N. M. & Trots, V. B. (2021). Agro-ecological efficiency of use of potassium-sodium clay fertilizer for crops in the conditions of the Middle Volga. *Samara AgroVector (Samara AgroVector)*, 1, 32–39 (in Russ.). doi: 10.55170/77962_2021_1_1_32

5. Dospekhov, B. A. (1985). *Methodology of field experience*. Moscow : Agropromizdat (in Russ.).
6. Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2018). Assessment of the state of farm land in the Samara region located in the oil production zone. *Agrarnaya Rossiya (Agrarnaya Rossiya)*, 4, 10–13 (in Russ.). doi: 10.30906/1999-5636-2018-4-10-13
7. Mineev, V. G. *Agrochemistry and bionomic activity of potassium*. Moscow : Publishing House of Moscow State University (in Russ.).
8. Liu, X., He, P., Jin, J., Zhou, W., Sulewski, G. & Phillips, S. (2011). Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China. *Agronomy Journal*, 103, 5, 1452–1463.
9. Gabibov, M. A. (2017). Agro-ecological management of increasing the productivity of crop rotation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of Voronezh State Agrarian University)*, 2, 40–44 (in Russ.).
10. Wildflush, I. R. (2019). *Agrochemistry of fertilizers and their use in current agriculture*. Gorki : Belarusian State Agricultural Academy (in Russ.).
11. Kireycheva, L. V., Nefedov, A. V. & Vinogradov, D. V. (2016). Substantiation of use of a fertilizer-meliogenic mixture based on drag turf and sapropel to increase the fertility of degraded soils. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva (Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostycheva)*, 3 (31), 12–17 (in Russ.).
12. Trots, V. B., Akhmatov, D. A. & Trots N. M. (2015). Influence of mineral fertilizers on the accumulation of heavy metals in soil and phytomass of grain crops. *Zemovoie hoziaistvo Rossii (Grain Economy of Russia)*, 1, 45–49 (in Russ.).

Информация об авторах

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

Н. В. Боровкова – аспирант;

А. А. Соловьев – аспирант.

Information about the authors

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

N. V. Borovkova – post-graduate student;

A. A. Solovyov – 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 6.02.2022; одобрена после рецензирования 1.03.2022; принята к публикации 10.03.2022.

The article was submitted 6.02.2022; approved after reviewing 1.03.2022; accepted for publication 10.03.2022.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 633.855

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_12

МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАПСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦЕОЛИТОВ В УСЛОВИЯХ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Татьяна Владимировна Зубкова¹, Дмитрий Валериевич Виноградов²✉

¹Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина, Елец, Липецкая область, Россия

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

¹zubkovatanua@yandex.ru

²vdv-rz@rambler.ru✉

Цель исследований – повышение продуктивности рапса и качества его семян при использовании в качестве удобрений цеолитсодержащих пород в почвенно-климатических условиях Липецкой области. Полевые исследования проводились в 2019–2021 гг. в условиях Липецкой области на опытном поле Елецкого государственного университета имени И. А. Бунина. Предшественником в опыте была озимая пшеница. Посев рапса осуществляли в III декаде апреля с нормой высева 2,0 млн шт./га. Изучались следующие варианты опыта: 1) Контроль; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3) Цеолит 5 т/га; 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га. Для определения метаболомного профиля спиртовых экстрактов листьев рапса использовали метод газовой хромато-масс-спектрометрии. Анализ состояния устьиц и пыльцы рапса осуществляли с помощью сканирующей электронной микроскопии. Установлено, что цеолит оказывал влияние на размер устьиц и пыльцевых зёрен рапса. Размер устьиц по исследуемым вариантам можно представить в виде следующего убывающего ряда: Контроль > $N_{60}P_{60}K_{60}$ > Цеолит 5 т/га > $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га. Максимальные изменения 26,81–42,12 мкм полярной оси пыльцы отмечались на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га. Установлено, что основными первичными метаболитами в листьях рапса является углевод лактоза и сахарные спирты рибиitol и арабиitol. Преимущественную долю составляет лактоза, в зависимости от вариантов опыта площадь пика которой варьирует от 11,06 до 37,6 %. Максимальная урожайность – 29,1 ц/га – отмечена на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га, что превышало контроль на 69 %.

Ключевые слова: яровой рапс, метаболиты, цеолит, урожайность, пыльца, качество.

Для цитирования: Зубкова Т. В., Виноградов Д. В. Морфо-биохимические особенности и продуктивность рапса при использовании цеолитов в условиях Липецкой области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 12–19. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_12

AGRICULTURE

Original article

MORPHO-BIOCHEMICAL FEATURES AND RAPESEED PRODUCTIVITY WHEN USING ZEOLITES GROWING IN THE CONDITIONS OF THE LIPETSK REGION

Tatiana V. Zubkova¹, Dmitry V. Vinogradov²✉

¹Yelets State University named after I. A. Bunin, Yelets, Lipetsk Region, Russia

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

¹zubkovatanua@yandex.ru

²vdv-rz@rambler.ru✉

The purpose of the research is the rapeseed quality and productivity increase when using zeolite-containing material as fertilizers for its growing within the climatic conditions of the Lipetsk region. Field studies were conducted in 2019–2021 in the conditions of the Lipetsk region on the experimental field of the Yelets State University named after

I. A. Bunin. The winter wheat was the predecessor involved into the experiment. Rapeseed was sown during the third decade of April, the seeding rate amounted to 2.0 million units/ha. The following experience results were studied: 1) Control; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3) Zeolite 5 t/ha; 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Zeolite 5 t/ha. To determine the metabolomics of alcohol extracts of rapeseed leaves, the gas chromatography-mass spectrometry method was used. The state of rapeseed stomata and pollen was tested via using scanning electron microscopy. It was found that zeolite influenced the size of stomata and pollen grains of rapeseed. The stomata size according to the studied variants can be represented as the following decreasing series: Control > $N_{60}P_{60}K_{60}$ > Zeolite 5 t/ha > $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Zeolite 5 t/ha. The maximum changes of 26.81-42.12 microns of the polar axis of pollen were observed on the variant $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Zeolite 5 t/ha. It has been established that the main primary metabolites in rapeseed leaves are the carbohydrate lactose and the sugar alcohols ribitol and arabitol. The lactose makes the predominant share, depending on the variants of the experiment, the peak area of which varies from 11.06 to 37.6%. The maximum yield marked – 29.1 c/ha – was noted on the variant $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Zeolite 5 t/ha, which exceeded the control by 69%.

Keywords: spring rape, metabolites, yield, pollen, quality.

For citation: Zubkova, T. V. & Vinogradov, D. V. (2022). Morpho-biochemical features and rapeseed productivity when using zeolites growing in the conditions of the Lipetsk region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 12–19 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_12

Рапс – это масличная культура, которая широко распространена в мире. Это однолетнее растение имеет мощную корневую систему, прямостоячий хорошо облиственный стебель. Существуют две формы рапса: озимая и яровая. Урожайность семян и выход масла ярового рапса примерно на 30% ниже, чем у озимого [2, 3, 14]. При соответствующих погодных условиях и оптимальной технологии выращивания яровой рапс может давать зерна почти столько же, сколько озимый [8, 15, 16].

В России возделывают в основном яровые формы рапса. В 2019 г. общие посевные площади под рапсом составляли 1546 тыс. га, из них на долю озимого рапса приходилось 12,4 %, на долю ярового – 87,6 %. Доля посевных площадей увеличилась благодаря введению рапса в севооборот в основных регионах возделывания, а именно в Северо-западном, Центральном Нечерноземном, Черноземном, Сибирском и др.

Важным элементом в технологии возделывания рапса является минеральное питание растений [5, 6, 12]. Цеолиты – это природные кристаллические алюмосиликаты. Они являются наиболее распространенными минералами [1, 4, 9, 13]. Поры и пустоты являются ключевыми характеристиками цеолитовых материалов. Поры и связанные между собой пустоты заняты катионами и молекулами воды. Они могут использоваться как в качестве носителей питательных веществ, так и в качестве среды для свободных питательных веществ. Цеолиты являются важными материалами с очень широким применением в сельском хозяйстве и экологической инженерии. Установлено, что внесение цеолита в почву повышает урожайность сельскохозяйственных культур и повышает эффективность использования питательных веществ [13]. Учёными В. С. Крутилиной и др. [7] установлено, что применение цеолита повышает фотосинтетическую активность, а, следовательно, и биологическую урожайность сельскохозяйственных культур. На качество пыльцевых зёрен оказывают влияние многие факторы, в том числе и питание растений [11]. Метаболиты растений помимо участия в различных биохимических реакциях, играют важную роль в их защите [13].

Использование цеолитов в качестве удобрений является весьма актуальным вопросом в производстве масличных культур, а такие показатели, как метаболиты растений, размеры пыльцевых зёрен и устьиц растений в совокупности могут оказывать влияние на продуктивность сельскохозяйственных растений.

Цель исследований – повышение продуктивности рапса и качества его семян при использовании в качестве удобрений цеолитсодержащих пород в почвенно-климатических условиях Липецкой области.

Задачи исследований – дать оценку морфо-биохимическим показателям ярового рапса (размеру устьиц и пыльцы, содержания первичных метаболитов), урожайности рапса и качества семян в зависимости от используемых в опыте удобрений.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на опытных полях Елецкого государственного университета имени И. А. Бунина в 2019-2021 гг. Объект исследования – яровой рапс сорта Риф. В качестве природных минералов использовали природный цеолит Тербунского месторождения. Химический состав природного цеолита (масс %): Na (0,1), Mg (0,9), Al (9,4), Si (21,3), P (0,4), S (0,3), K (1,6), Ca (0,8), Fe (2,3), Co (9,5), Ni (3,4), Cu (0,3), Zn (1,1), Mo (1,2).

Схема опыта: 1) Контроль; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3) Цеолит 5 т/га; 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га. В проведенных исследованиях использовали азофоску, дозы рассчитаны на урожайность семян 2,0 т/га с корректировкой расчета баланса элементов питания на опытных почвах в условиях региона.

Погодные условия в годы исследований складывались благоприятно при ГТК в 2019 г. – 0,98, в 2020 г. – 1,28, в 2021 г. – 1,03 (рис. 1).

Предшественником в опыте была озимая пшеница. Посев рапса осуществляли в III декаде апреля с нормой высева 2,0 млн шт./га. Уход за посевами складывался из обработки посевов против сорняков препаратом Галион 0,3 л/га (действующее вещество – клопиралид 300 г/л + пиклорам 75 г/л). Против крестоцветной блохи и рапсового цветоеда растения рапса обрабатывали препаратом Карате Зеон 0,15 л/га (действующее вещество лямбда-цигалотрин 50 г/л). Удобрения и природный цеолит вносили весной перед культивацией. Общая площадь опытных делянок составляла 50 м², учётных – 40 м². Повторность опыта четырёхкратная. Уборку ярового рапса проводили в третьей декаде августа.

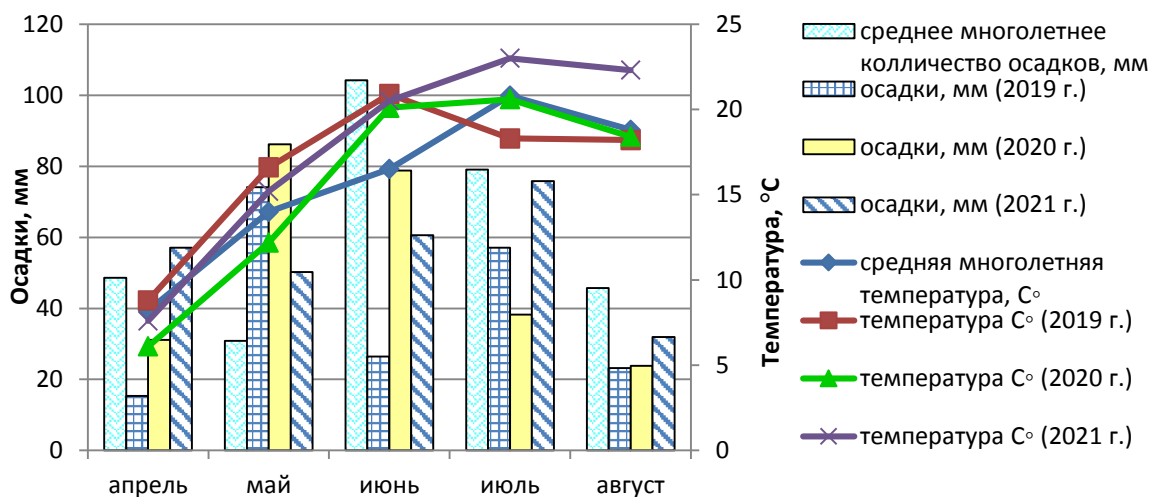


Рис. 1. Погодные условия за 2019-2021 гг.

В опытах использовали технологию возделывания ярового рапса, общепринятую для региона. Для определения метаболомного профиля спиртовых экстрактов листьев рапса использовали метод газовой хромато-масс-спектрометрии. Идентификация веществ и количественное определение их концентраций осуществлялось путем сравнения со значениями и масс-спектрами NIST-5 (Библиотека Национального института стандартов и технологий США). Анализ состояния устьиц и пыльцы рапса осуществляли с помощью сканирующей электронной микроскопии аналитическим электронным микроскопом «EVO 50 XVP» (Carl Zeiss). Содержание жира в маслосеменах рапса определяли методом Сокслетта.

Результаты исследований. Результаты сканирующей электронной микроскопии позволили установить некоторые различия по вариантам исследования в отношении устьиц листовых пластинок и пыльцевых зёрен рапса. В вариантах с внесением цеолита устьица были гораздо крупнее, чем на контроле, с хорошо просматриваемой устьичной щелью (рис. 2). Длина устьиц находилась в пределах 13,91-18,21 мкм. Следует отметить, что длина устьиц была максимальной на вариантах с применением цеолита в комплексе с минеральными удобрениями (18,21 мкм). Размер устьиц по исследуемым вариантам можно представить в виде следующего убывающего ряда: Контроль > $N_{60}P_{60}K_{60}$ > Цеолит 5 т/га > $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га. Главное свойство цеолитов – поглощать, а

потом постепенно отдавать воду при заданных параметрах температуры и влажности. Можно предположить, что в условиях опыта с применением цеолита растения были обеспечены водой, что и повлияло на размеры устьиц.

Сканирование пыльцы позволило установить, что пыльцевые зёрна рапса имели продолговато-эллипсоидную форму (рис. 3). В вариантах опыта с минеральным удобрением ($N_{60}: P_{60}: K_{60}$) размер полярной оси был ниже, чем на контроле. В вариантах минерального удобрения ($N_{60}: P_{60}: K_{60}$) совместно с цеолитом (5 т/га) и с цеолитом в чистом виде (5 т/га) – выше, чем на контроле. Пределы изменения полярной оси пыльцы в зависимости от типа эксперимента варьировались следующим образом: 21,56-41,52 мкм – Контроль; 24,59-41,63 мкм – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 25,31-41,91 мкм – Цеолит 5 т/га; 26,81-42,12 мкм – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га.

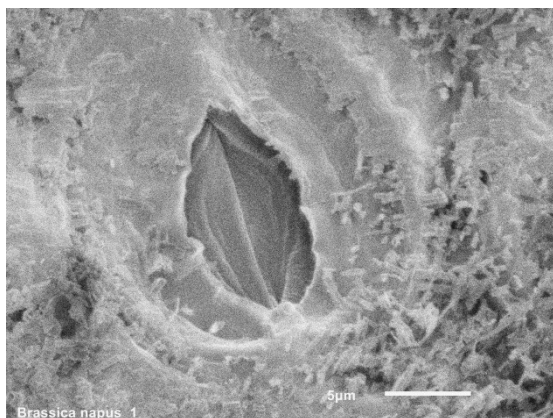


Рис. 2. Устьице абаксиальной стороны листа
(Цеолит 5 т/га)
(Фотография С. М. Мотылёвой. 2021)

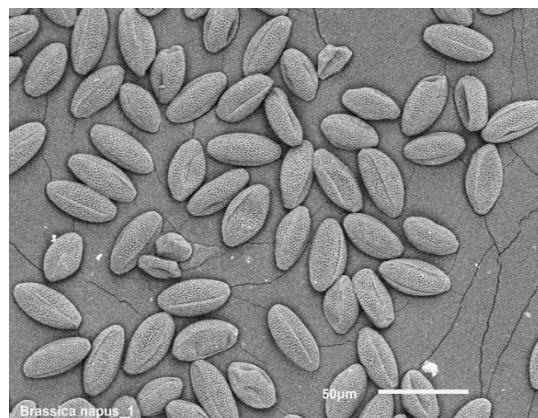


Рис. 3. Пыльцевые зёрна ярового рапса
(Цеолит 5 т/га)
(Фотография С. М. Мотылёвой. 2021)

Внесение удобрений положительно сказалось на увеличении размеров пыльцевых зёрен и благоприятно отразилось на урожайности рапса. Следовательно, такая подкормка растений в виде цеолитсодержащей породы способствует увеличению жизнеспособности пыльцы и, как следствие, увеличивает количество семян в стручке. Варианты опыта практически не оказали влияния на качественный состав метаболитов (табл. 1), однако выявлены количественные различия накопления отдельных соединений в зависимости от варианта опыта.

Таблица 1

Сравнительное содержание основных веществ в листьях рапса в зависимости от вариантов опыта

Варианты опыта	Вещество, %				Σ
	Arabitol	Sorbitol	Palmitic acid	Lactose	
Контроль	20,1	18,2	1,7	32,9	72,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	25,5	23,6	0,5	32,9	81,7
Цеолит 5 т/га	15,7	16,3	0,8	37,6	70,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га	42,4	37,5	0,5	11,06	92,2

Основными первичными метаболитами в листьях рапса является углевод лактоза и сахарные спирты рибитол и арабитол. Преимущественную долю составляет лактоза, в зависимости от вариантов опыта площадь пика которой варьирует от 11,06 до 37,6 %. Арабитол и сорбитол синтезируются примерно в равных количествах и также значительно варьируют в зависимости от вариантов опыта от 15,7 до 42,4 и от 16,3 до 37,5 %, соответственно (рис. 4). Площадь пика вторичных метаболитов не превышает 2-5 %.

Таким образом, установлен характерный профиль веществ-метаболитов, экстрагируемых из листьев рапса чистым метанолом. Основными метаболитами является 31 соединение – углеводы и их производные, органические кислоты, обладающие антиоксидантным действием, и жирные кислоты. Отмечено влияние вариантов опыта на синтез метаболитов углеводного обмена в листьях рапса. Наибольшее количество углеводов (по сумме) синтезируется в вариантах с применением минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в комплексе с цеолитом (5 т/га).

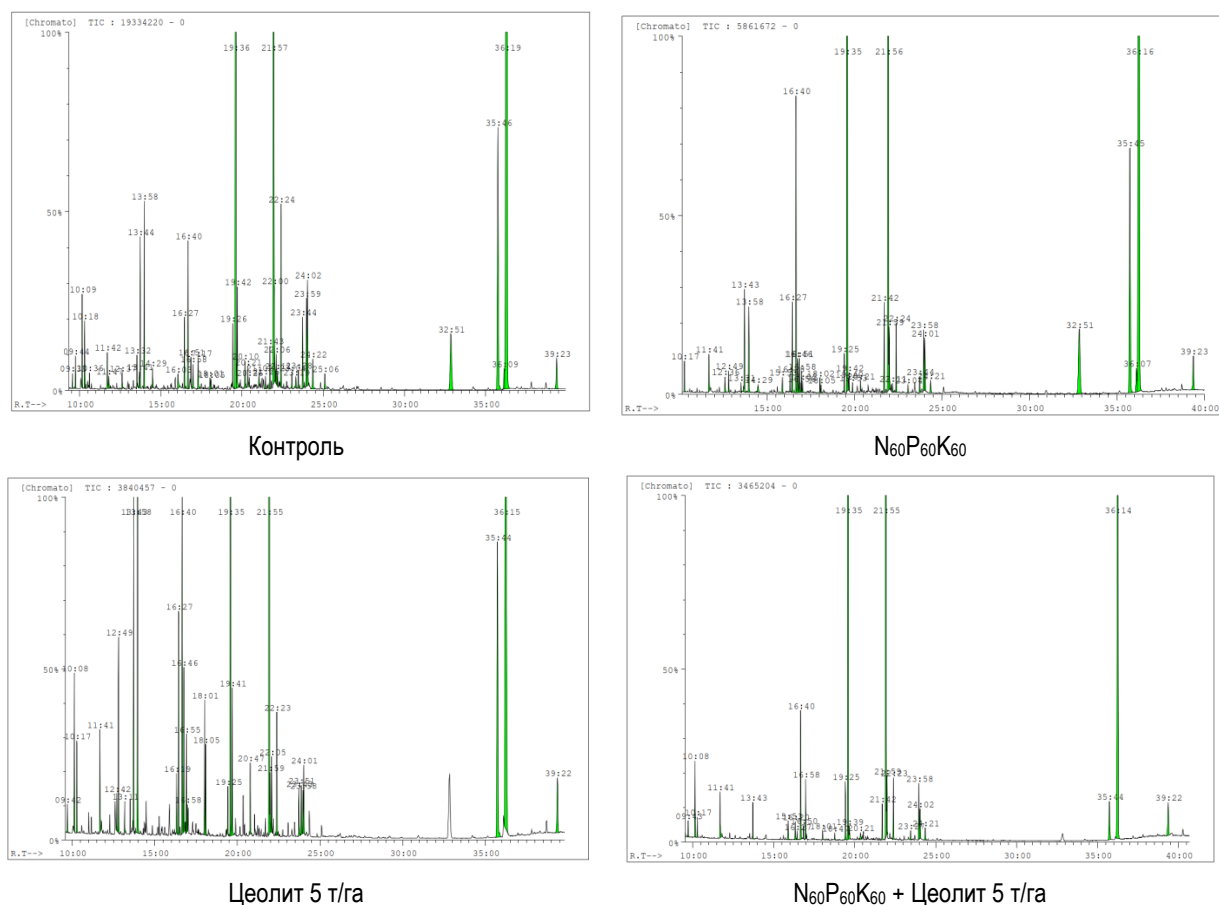


Рис. 4. Сравнительные хроматографические профили экстрактов листьев рапса

Минимум концентрации метаболитов – 70,4 % – отмечался на варианте с цеолитом в чистом виде и на контрольном варианте – 72,9 %. Высоким метаболомным профилем – 81,7 % – характеризовались растения рапса на варианте с применением минерального удобрения. Содержание пальмитиной кислоты в растениях находилось в пределах 0,5-1,7 % в зависимости от вариантов опыта, её максимум отмечался в растениях рапса на контроле (1,7 %).

Максимальная урожайность – 29,1 ц/га – отмечена на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ + Цеолит 5 т/га, что превышало контроль на 69 %. Урожайность на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ составила 27,1 ц/га, что превышало урожайность на варианте с внесением цеолита в чистом виде на 7,0 ц/га (рис. 5).

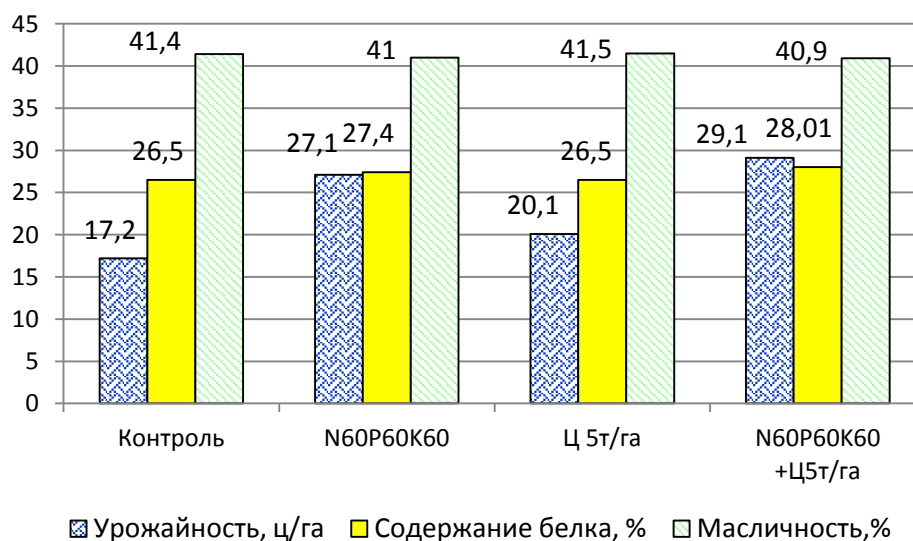


Рис. 5. Урожайность и качественный анализ маслосемян рапса (Ц – цеолит)

Содержание масла в семенах рапса в вариантах с $N_{60}P_{60}K_{60}$ снижалось по отношению к контролю. Максимальное количество жира отмечалось в семенах, где применяли цеолит в чистом виде, – 41,5 %. Следует отметить, что использование минеральных удобрений совместно с цеолитом способствовало увеличению содержания белка в семенах (28,1%). Увеличение доли белка в семенах рапса связано с увеличением азота в удобрениях.

Заключение. Возделывание ярового рапса в условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона с применением в качестве удобрений природного минерала является весьма эффективным. Установлено, что внесение цеолита способствовало увеличению таких показателей, как размеры устьиц и полярной оси пыльца, метаболитов растений. Подкормка растений в виде цеолитсодержащей породы способствовала увеличению жизнеспособности пыльца, активизации метаболитных и фотосинтетических процессов и, как следствие, отразилось на урожайности. Максимальная урожайность – 29,1 ц/га – отмечена на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Цеолит 5 т/га, что превышало контроль на 69 %. Урожайность на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ составила 27,1 ц/га, что превышало на 7,0 ц/га урожайность на варианте с внесением цеолита в чистом виде. Использование минеральных удобрений совместно с цеолитом способствовало увеличению содержания белка в семенах (28,1%).

На основании полученных результатов в 2019-2021 гг. с целью получения высоких урожаев в почвенно-климатических условиях Липецкой области можно рекомендовать в технологии возделывания ярового рапса цеолит Тербунского месторождения в дозе 5 т/га совместно с минеральным удобрением $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Список источников

1. Дубровина О. А., Зубкова Т. В., Виноградов Д. В. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. 2020. №4. С.17–24.
2. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помета и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 46–54.
3. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В., Дубровина О. А., Захаров В. Л. Влияние органоминеральных удобрений на накопление Cu и Zn в растениях ярового рапса // Вестник КрасГАУ. 2021. № 9 (174). С. 10–15.
4. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В., Мотылёва С. М., Дубровина О. А. Морфологические и химические свойства новых удобрений и применение их при возделывании рапса // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2021. № 2 (63). С. 13–21.
5. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В. Влияние применения цеолита на урожайность рапса и качество масла, полученного из его семян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (199). С. 23–29.
6. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В., Гогмачадзе Г. Д. Эффективность некорневой обработки микроудобрениями при выращивании ярового рапса [Электронный ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_121.pdf. Индекс DOI: <https://doi.org/10.51419/20211121>.
7. Зубкова Т.В., Дубровина О.А., Виноградов Д.В., Мотылёва С.М., Захаров В.Л. Перспективы использования органоминеральных удобрений на посевах рапса // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (63). С. 35-40.
8. Лупова Е. И., Наумцева К. В., Виноградов Д. В. Влияние различных уровней минерального питания на урожайность масличных культур // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 23–29. doi: 10.12737/39904.
9. Лутова Л. А., Шумилина Г. М. Метаболиты растений и их роль в устойчивости к фитопатогенам // Экологическая генетика. 2003. Т. 1, №0. С. 47–55.
10. Троц Н. М., Горшкова О. В. Рекультивация нефтезагрязненных кормовых угодий Степного Заволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 15–21. doi: 10.12737/44988.
11. Цаценко Л. В., Синельникова А. С. Пыльцевой анализ в селекции растений // Научный журнал КубГАУ. 2012. №77. С. 1–11.
12. Цыбульский А. В., Киселева Л. В., Васин В. Г. Продуктивность и аминокислотный состав кормовых смесей подсолнечника и суданки силосного назначения на разных уровнях минерального питания // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. Вып. 1. С. 3–6.

13. Ramesh K., Reddy D. D. Zeolites and their potential application in agriculture // *Achievements in agronomy*. 2011. Vol. 113. P. 219–241.
14. Vinogradov D. V., Zubkova T. V. Accumulation of heavy metals by soil and agricultural plants in the zone of technogenic impact // *Indian Journal of Agricultural Research*. September 2021. DOI: 10.18805/IJAR.A-651
15. Vinogradov D. V., Zubkova T. V. Ways to increase the productivity of crop rotation in the forest-steppe conditions of the European part of Russia // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022. 979. 012060.
16. Zubkova T. V., Vinogradov D. V., Zakharov V. L. Microelement composition of spring rape plants depending on the specified experimental conditions // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2022. 979. 012094.

References

1. Dubrovina, O. A., Zubkova, T. V. & Vinogradov, D. V. (2020). Accumulation of trape constituent by spring rape using chicken manure and zeolite. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva (Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostycheva)*, 4, 17–24 (in Russ.).
2. Zubkova, T. V. & Vinogradov, D. V. (2021). Properties of organic-mineral fertilizer based on chicken manure and its application in the technology of spring rape seeds. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1 (53), 46–54 (in Russ.).
3. Zubkova, T. V., Vinogradov, D. V., Dubrovina, O. A. & Zakharov, V. L. (2021). Influence of organic fertilizers on the accumulation of CU and Zn by spring rape plants. *Vestnik Krasnoarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of KrasSAU)*, 9 (174), 10–15 (in Russ.).
4. Zubkova, T. V., Vinogradov, D. V., Motyleva, S. M. & Dubrovina, O. A. (2021). Morphological and chemical properties of new fertilizers and their application in the cultivation of rapeseed. *Vestnik Buriatskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii im. V. R. Filippova (Bulletin Buryat State Academy of Agriculture named after V. R. Philipov)*, 2 (63), 13–21 (in Russ.).
5. Zubkova, T. V. & Vinogradov, D. V. (2021). Influence of the use of zeolite on the yield of rapeseed and the quality of oil derived from its seeds. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Altai State Agrarian University)*, 5 (199), 23–29 (in Russ.).
6. Zubkova, T. V., Vinogradov, D. V. & Gogmachadze, G. D. (2021). The effectiveness of foliar feeding with micro fertilizers in the cultivation of spring rape. *AgroEcoInfo: Electronic scientific and production journal*, 1. Retrieved from http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_121.pdf. doi: <https://doi.org/10.51419/20211121>.
7. Zubkova, T. V., Dubrovina, O. A., Vinogradov, D. V., Motyleva, S. M. & Zakharov, V. L. (2020) Prospects for the use of organic mineral fertilizers on rapeseed crops. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University)*, 4 (63), 35–40 (in Russ.).
8. Lupova, E. I., Naumtseva, K. V. & Vinogradov, D. V. (2020). Influence of mineral nutrition at different levels on the yield of oilseed. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 23–29. (in Russ.). doi: 10.12737/39904.
9. Lutova, L. A. & Shumilina, G. M. (2003). Metabolites of plants and their role in resistance to pathogens. *Ekologicheskaya genetika (Ecological genetics)*, 1, 0, 47–55 (in Russ.).
10. Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2021). Recultivation of oil-polluted forage lands of steppe Zavolzhye. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 15–21 (in Russ.). doi: 10.12737/44988.
11. Tsatsenko, L. V. & Sinelnikov, A. S. (2012). Pollen statistics in plant breeding. *Nauchnyi zhurnal KubGAU (Scientific Journal of KubSAU)*, 77, 1–11 (in Russ.).
12. Tsybul'sky, A. V., Kiseleva, L. V., & Vasin, V. G. (2017). Productivity and amino acid composition of feed mixtures of sunflower and Sudan silage for different levels of mineral nutrition. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–6 (in Russ.).
13. Ramesh, K. & Reddy, D. D. (2011). Zeolites and their potential application in agriculture. *Achievements in agronomy*, 113, 219–241.
14. Vinogradov, D. V. & Zubkova, T. V. (2022). Accumulation of heavy metals by soil and agricultural plants in the zone of technogenic impact. *Indian Journal of Agricultural Research*. September 2021. DOI:10.18805/IJAR.A-651
15. Vinogradov, D. V. & Zubkova, T. V. (2022). Ways to increase the productivity of crop rotation in the forest-steppe conditions of the European part of Russia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 979, 012060.
16. Zubkova, T. V., Vinogradov, D. V. & Zakharov, V. L. (2022). Microelement composition of spring rape plants depending on the specified experimental conditions. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 979, 012094.

Информация об авторах

Т. В. Зубкова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Д. В. Виноградов – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

T. V. Zubkova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

D. V. Vinogradov – Doctor of Biological Sciences, Professor.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 20.01.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 632.913 :633.37

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_20

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Елена Владимировна Перцева^{1✉}, Василий Григорьевич Васин², Людмила Витальевна Киселева³

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

¹evperceva@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-4185-9850>

²vasin_vg@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7880-9008>

³milavi-kis@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1622-0353>

Цель исследований – увеличение урожайности чечевицы за счёт стабилизации фитосанитарного состояния посевного материала. Целый ряд аспектов (потребитель отдаёт предпочтение другим бобовым культурам, небольшое число каналов реализации, невысокая урожайность, высокая требовательность чечевицы к агротехническим срокам, погодным условиям и технологиям возделывания) снижает интерес аграриев к возделыванию чечевицы. Сергиевский район Самарской области относится к зоне рискованного земледелия, поэтому производство продукции растениеводства здесь из года в год нестабильно. Ежегодно от вредителей, болезней и сорняков потери урожая достигают до 35%. Условиями повышения урожая и улучшения его качества являются контроль фитосанитарного состояния посевов, посевного материала, а также посев сортов, устойчивых к болезням. В последние пять лет площадь возделывания чечевицы в хозяйствах Сергиевского района Самарской области составляет 320...2109 га. Величина площади посева нестабильна, так как основным аспектом в решении вопроса о возделывании культуры является зависимость от рынка её сбыта. Посевной материал, предназначенный для посева, в 2020 г., в основном, был поражен грибными болезнями и лишь незначительно (4%) – бактериальными, отмечено поражение неинфекционными болезнями с невыясненной этиологией (10%). Самая высокая урожайность чечевицы получена в 2018 году в хозяйстве ООО «КАПК – Инвест» – 13,5 ц/га, что на 4,8 ц/га выше средней урожайности, полученной по Самарской области, и на 2,2 ц/га выше средней урожайности по Сергиевскому району, полученной в 2018 году. Применение в сельскохозяйственном производстве представленных результатов, а именно, изучение вариантов стабилизации фитосанитарного состояния посевного материала, позволит увеличить сбор валовой продукции чечевицы.

Ключевые слова: Lens culinaris, заболевания, вика плоскосеменная, мониторинг.

Для цитирования: Перцева Е. В., Васин В. Г., Киселева Л. В. Фитосанитарное состояние посевов чечевицы в условиях Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 20–27. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_20.

AGRICULTURE

Original article

PHYTOSANITARY CONDITION OF LENTIL CROPS GROWING IN THE SAMARA REGION

Elena V. Pertseva^{1✉}, Vasily G. Vasin², Lyudmila V. Kiseleva³

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

¹evperceva@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-4185-9850>

²vasin_vg@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7880-9008>

³milavi-kis@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1622-0353>

The purpose of the research is the yield of lentils increase by stabilizing the phytosanitary of the seed material. A number of aspects (the consumer prefers other legumes, a small number of markets, low yield, high demands of the crop for agrotechnical terms, weather conditions and cultivation technologies) reduces the interest of farmers to the cultivation of lentils. Sergievsky area of the Samara region is referred to the risk farming territory, so the production of agricultural crops here is unstable from year to year. Crop losses reach up to 35% annually due to pests, diseases and weeds. The conditions for increasing the yield and improving its quality are the following: control of the phytosanitary of crops, seed material, as well as the sowing of varieties resistant to diseases. In the last five years, the area of lentil cultivation by the farms of the Sergievsky district of the Samara region includes territory between 320...2109 hectares. The size of the planting acreage is unstable, since the main aspect in solving the need for cultivating a crop is dependence on the market for its sale. The seed material intended for sowing in 2020 was mainly attacked by fungal diseases and only minor part (4%) by bacterial ones, the damage of non-infectious diseases with an unknown etiology was noted amounting to (10%). The highest lentil yield was obtained in 2018 by the management of «КАРК – Invest» LLC – reaching 13.5 c/ha, which is 4.8 c/ha higher than the average yield figure obtained in the Samara region, and 2.2 c/ha higher than the average regional yield obtained in 2018. The use of this experience achievement in agricultural production, namely, the study of stabilizing variants for the phyto-sanitary level of the seed material, will increase gross lentil yield.

Keywords: *Lens culinaris*, diseases, flat-seeded vetch, monitoring.

For citation: Pertseva, E. V., Vasin, V. G. & Kiseleva, L. V. (2022). Phytosanitary condition of lentil crops growing in the samara region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 20–27. (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_20

Чечевица – ценная продовольственная культура, выращивается в основном на зерно, которое имеет большое пищевое значение, по развариваемости семян превосходит горох и фасоль [1].

Высокая закупочная цена на чечевицу, по сравнению с другими культурами, должна являться стимулом для увеличения её производства, однако, посевные площади в России имеют тенденцию к снижению.

Интерес аграриев к возделыванию чечевицы главным образом снижает ряд аспектов, таких как другие предпочтения потребителя в ассортименте бобовых культур, мало каналов реализации, невысокая урожайность, требовательность чечевицы к агротехническим срокам, погодным условиям и технологии возделывания [2].

В последние годы всё большее распространение при возделывании культуры получают достаточно простые и относительно мало затратные способы, такие как предпосевная обработка семян и корректирующие листовые подкормки [3].

В первой половине двадцатого века Россия являлась одним из крупнейших производителей чечевицы, в том числе и из-за оптимальных условий произрастания данной культуры. К двадцать первому веку первенство по площадям, отведенным под чечевицу, принадлежит Индии, Канаде, Турции, США, Австралии, Китаю.

Основой растущего интереса к чечевице со стороны ключевых производителей стал экспортный потенциал данной культуры.

Большую часть российской чечевицы приобретают Иран, Турция и Арабские Эмираты, закупившие в 2019 году зерно данной культуры на 18,5 миллиона долларов [4].

В агроценозах нашей планеты в основном возделывают красную чечевицу – 75%, зеленую на гораздо меньших площадях – около 20% (США и Канада), и прочие виды чечевицы – до 5%. В Самарской области преимущественно занимаются возделыванием зеленой чечевицы [5].

В России официальной статистики по производству чечевицы не ведется, но известно, что посевные площади в СССР составляли около 15 тыс. га. В настоящее время посевы чечевицы составляют около 10 тыс. га (или 1% от площади зернобобовых), при этом валовый сбор – 15 тыс. т (0,8%) при средней урожайности 13 ц/га [6].

Посевные площади чечевицы в Самарской области в 2020 году составили 3742 га, в среднем за пять лет площадь, засеваемая чечевицей, – 4974 га. Урожайность изучаемой культуры в Самарском регионе, в среднем, варьировалась от 7,9 до 13,5 ц/га [2].

Возделывание чечевицы по рентабельности значительно превосходит производство озимой

пшеницы. Учитывая существенную роль чечевицы в обеспечении населения качественным растительным белком и высокий потенциал экспорта, российские селекционеры в двадцать первом веке уделяют большое внимание выведению сортов чечевицы с комплексом положительных свойств и качеств, таких, как высокая и стабильная продуктивность, засухоустойчивость, технологичность, а также устойчивость к поражению болезнями [7].

Мировое сельскохозяйственное производство ежегодно теряет 35% урожая от вредителей, болезней и сорняков. Уменьшить потери урожая от вредителей, болезней и сорняков, вплоть до их полной ликвидации, призвана защита растений [8, 9].

Защита растений – не только применение пестицидов. Основой стабилизации численности вредных организмов должно стать предупреждение их размножения. Первым этапом для этого является оценка фитосанитарного состояния агроценозов.

Основная цель фитосанитарного мониторинга – получение необходимой информации для прогноза развития вредных организмов и сигнализации, а также принятия решения по составлению системы защитных мероприятий [10]. Для оценки фитосанитарного состояния почвы и посевов культур учитывают пороги вредоносности сорных растений и вредное действие вредителей и фитофагов.

Достижение абсолютной чистоты посевов практически невозможно и экономически не выгодно, поэтому в земледелии принято контролировать численность вредителей, болезней и сорняков, сдерживая их популяции на уровне, не наносящем экономически значимый ущерб, то есть когда экономические затраты на борьбу не превышают экономические выгоды от прибавки продукции. Мероприятия, включающие агротехнические, агрохимические, биологические, культурные и другие методы позволяют регулировать численность вредных растений и организмов [7].

Цель исследований – увеличение урожайности чечевицы за счёт стабилизации фитосанитарного состояния посевного материала.

Задачи исследований – выявить поражённость возбудителями заболеваний семенного фонда изучаемой культуры; определить засорённость посевов трудноискоренимыми сорняками; определить урожайность чечевицы по изучаемым вариантам; рассчитать экономическую эффективность производства чечевицы в условиях Сергиевского района Самарской области.

Материал и методы исследований. Исследования посевов чечевицы проводилось в хозяйствах Сергиевского района Самарской области. Площадь изучаемых агроценозов составляла 762 га.

Результаты исследований. В Самарской области за пять лет (2016-2020 гг.) чечевица выращивалась на площади в среднем 4974,2 га (данные по посевным площадям чечевицы приведены на рисунке 1). Учеты и наблюдения проводились в трехкратной повторности. Наибольшей площадью посевов чечевицы (9177 га) была в 2018 году, что на 3476 га больше, чем в 2017 году. В 2020 году чечевица была посеяна на площади 3742 га, что больше, чем в 2019 году, на 532 га, и чем в 2016 году – на 701 га.

Чечевица в хозяйствах Сергиевского района Самарской области в последние пять лет (2016-2020 гг.) возделывалась на площади 320...2109 га. Такая нестабильность величины площади посева объясняется тем, что основным аспектом в решении сельхозтоваропроизводителями вопроса о посеве той или иной культуры является наличие или отсутствие рынков ее сбыта. Данные по динамике посевной площади чечевицы в Сергиевском районе Самарской области приведены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика посевной площади чечевицы в Сергиевском районе

Год	Площадь посева	
	га	превышение (+) по сравнению с предыдущим годом
2016	643	-
2017	2096	+ 1453
2018	2109	+ 13
2019	320	- 1789
2020	762	+ 442
Среднее	1186	-

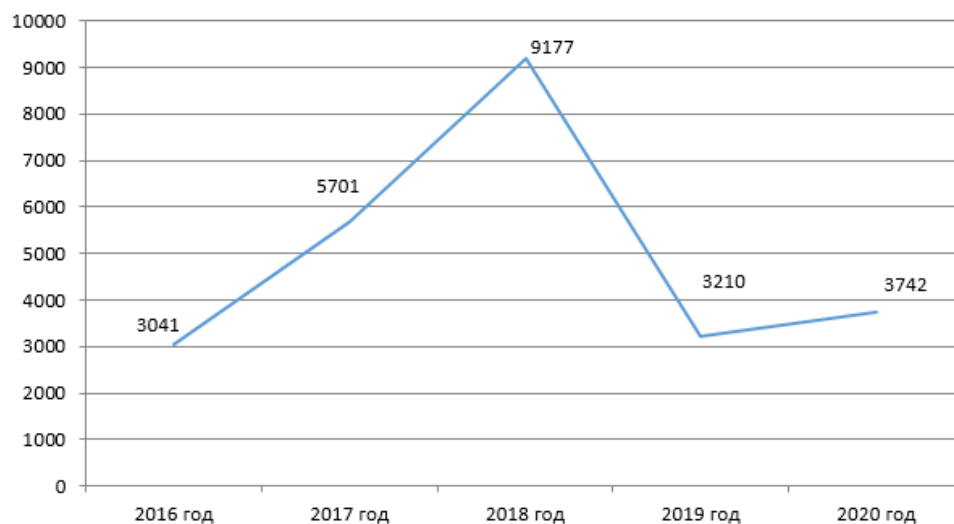


Рис. 1. Посевные площади под чечевицей в Самарской области, га

Самая высокая площадь посева чечевицы (2109 га) была в 2018 году. Незначительно меньшей (2096 га) площадь посева была в 2017 году, что составляет 37% от всей посевной площади чечевицы, посеянной в Самарской области в 2017 году. По сравнению с 2016 годом посевные площади чечевицы в 2017 году увеличились на 1453 га. В 2019 году сельхозтоваропроизводителями района было посеяно на 1789 га меньше, чем в 2018 году, в 2020 году – на 442 га больше, чем в 2019 году, но меньше, чем в 2018 году, на 1347 га.

В среднем за пять лет (2016-2020 гг.) площадь под чечевицей, посеянной хозяйствами Сергиевского района Самарской области, составила 1186 га. Все представленные хозяйства занимались возделыванием чечевицы в 2017 и в 2018 гг. (табл. 2). Ежегодно возделыванием чечевицы занимается «КФХ Воропаев», в этом хозяйстве самые большие посевные площади – 574 га в среднем за пять лет. Наименьшие посевные площади в «КФХ Котов» – в среднем 46 га.

Таблица 2

Посевные площади чечевицы в хозяйствах Сергиевского района, га

Хозяйство	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
«КФХ Воропаев»	523	796	859	320	370
«КФХ Котов»	-	70	160	-	50
«КФХ Мухранов»	50	200	90	-	160
ООО «Агро-Альянс»	-	620	540	-	182
ООО «КАПК-Инвест»	70	410	460	-	-
Всего по району	643	2096	2109	320	762

Фитоэкспертиза посевного материала чечевицы сорта Веховская показала поражение семян патогенами на высоком уровне: в «КФХ Воропаев» пораженность составила 46%, в «КФХ Мухранов» – 58%. В результате даны рекомендации по обработке протравителем семенного материала перед посевом. Данные о пораженности семенного фонда чечевицы в условиях Сергиевского района Самарской области приведены в таблице 3. На основании данных таблицы, посевной материал, предназначенный для посева в 2020 году, в основном был поражен грибными болезнями и лишь незначительно (4%) бактериальными, на уровне 10% отмечено поражение неинфекционными болезнями с невыясненной этиологией.

Наибольшая зараженность посевного материала чечевицы в условиях Сергиевского района отмечается аскохитозом и альтернариозом. В наименьшей степени (2%) – плесневение семян в «КФХ Воропаев». В «КФХ Мухранов» плесневение семян и бактериоз не обнаружены.

Урожайность семян и пораженность семенного фонда находятся в обратной зависимости. Пораженные посевы в «КФХ Воропаев» и «КФХ Мухранов» в 2020 году имели низкую урожайность – 7,1 и 5,0 ц/га, соответственно.

Таблица 3

Пораженность семенного фонда чечевицы сорта Веховская в условиях Сергиевского района, %

Хозяйство	Пораженность семенного фонда, %					Общая пораженность, %
	альтернариоз	плесневение	бактериоз	аскохитоз	другие заболевания	
«КФХ Воропаев»	4	2	4	26	10	46
«КФХ Мухранов»	18	не обнаружено	не обнаружено	40	не обнаружено	58

Засоренность посевов определялась глазомерно-численным методом в фазу массового цветения чечевицы специалистом ФГБУ «Россельхозцентр» в присутствии представителя хозяйства «КФХ Воропаев». Больше всего было выявлено сорняков по результатам разборки и анализа снопа, взятого со второго участка, а именно: засоренность примесью трудноотделимых культурных растений – 5 шт./м², злостными сорняками – 4 шт./м², вредными ядовитыми сорняками – не обнаружена. Общая засоренность сорняками составила 13 шт./м² (табл. 4).

Таблица 4

Засоренность посевов чечевицы в условиях Сергиевского района

Хозяйство	Сорт	Засоренность, шт./м ²					Общая засоренность, шт./м ²
		вика плоско-семенная	вьюнок полевой	овсюг	осот полевой	молочай	
«КФХ Воропаев», участок 1	Веховская	4	3	не обнаружено	3	не обнаружено	10
«КФХ Воропаев», участок 2	Веховская	5	4	1	4	не обнаружено	13
«КФХ Воропаев», участок 3	Веховская	2	1	не обнаружено	1	не обнаружено	4
«КФХ Воропаев»	Даная	не обнаружено	2	не обнаружено	не обнаружено	1	3

В результате анализа снопов с первого и третьего участков было выявлено 10 и 4 шт./м² сорняков, соответственно, овсюг не обнаружен. Засоренность посевов сорняками по шкале А. И. Мальцева составила 2 балла – средняя. В посевах сорта Даная обнаружены вьюнок полевой (2 шт./м²) и молочай (1 шт./м²). Засоренность посева сорняками по шкале А. И. Мальцева составила 2 балла – средняя. Засоренность посевов чечевицы в представленных исследованиях в первую очередь зависела от участка, хотя необходимо отметить существенную разницу в количестве сорняков в посевах сорта Даная.

Урожайность чечевицы в Самарской области находится в пределах 7,9...12,4 ц/га (рис. 2). Самая высокая урожайность (12,4 ц/га) была в 2017 году, в 2020 году отмечалась самая низкая урожайность чечевицы – 7,9 ц/га, что на 1,74 ц/га меньше среднегодового показателя за пять лет.

В Сергиевском районе Самарской области урожайность чечевицы за последние пять лет варьирует от 7,1 до 13,3 ц/га. В годы исследований продуктивность чечевицы районе проведения исследований отмечалась чуть большая, чем средняя урожайность чечевицы по Самарской области.

Самая высокая урожайность наблюдалась в 2019 году, так как погодные условия благоприятствовали хорошему росту и развитию растений. По данным Серноводской метеостанции температура воздуха в период вегетации была 16,0-19,2⁰С, запас влаги до посева и в период цветения был в норме (табл. 5). Самая наименьшая урожайность была в 2020 году, лимитирующим фактором оказался недостаток влаги, а также высокая температура воздуха (более 26⁰С) во второй декаде июля.

Таблица 5

Динамика урожайности чечевицы в Сергиевском районе

Год	Урожайность, ц/га	
	ц/га	превышение (+) или уменьшение (-)
2016	10,8	-
2017	8,0	- 2,8
2018	11,3	+ 3,3
2019	13,3	+ 2,0
2020	7,1	- 6,2
Среднее	10,1	-

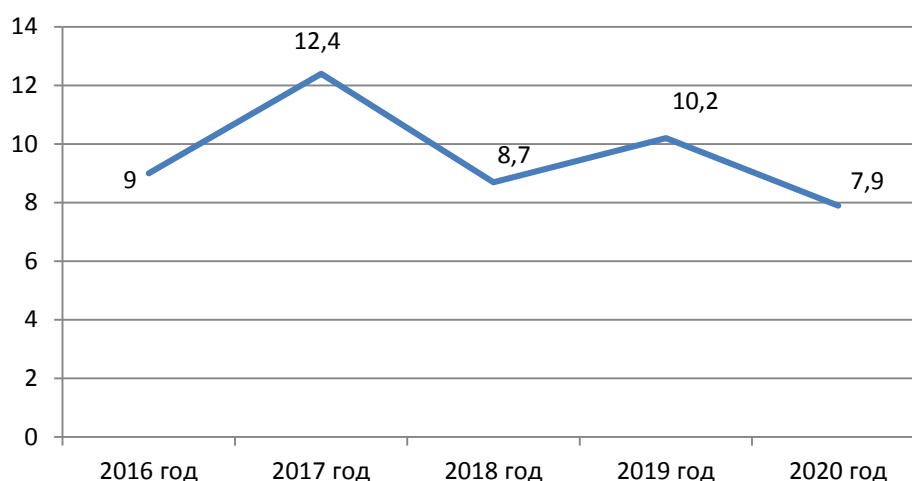


Рис. 2. Урожайность чечевицы в Самарской области, ц/га

Рассмотрим данные по урожайности чечевицы по хозяйствам Сергиевского района Самарской области (табл. 6). Самая высокая урожайность чечевицы была получена в 2018 году в хозяйстве ООО «КАПК-Инвест» – 13,5 ц/га, что на 4,8 ц/га выше средней урожайности, полученной по Самарской области, а также на 2,2 ц/га выше средней урожайности по району, полученной в 2018 году.

Таблица 6

Урожайность чечевицы в хозяйствах Сергиевского района

Хозяйство	Урожайность, ц/га				
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
«КФХ Воропаев»	10,8	9,3	11,0	13,3	7,1
«КФХ Котов»	-	5,8	8,0	-	6,0
«КФХ Мухранов»	14,0	10,0	5,6	-	5,0
ООО «Агро-Альянс»	-	11,0	11,9	-	9,3
ООО «КАПК-Инвест»	8,9	0,6	13,5	-	-
Всего по району	10,8	8,0	11,3	13,3	7,1

Самая низкая урожайность (0,6 ц/га) отмечалась в хозяйстве ООО «КАПК-Инвест» в 2017 году. В «КФХ Воропаев» наблюдается стабильно высокая урожайность на протяжении анализируемых пяти лет – 9,3-13,3 ц/га, за исключением 2020 года. Также высокая урожайность была получена в ООО «Агро-Альянс» (9,3-11,9 ц/га).

В «КФХ Мухранов» в 2016-2017 гг. урожайность колебалась в пределах 10,0-14,0 ц/га, в последующие годы урожайность упала до 5,0-5,6 ц/га скорее всего из-за высокой пораженности семенного фонда возбудителями заболеваний растений.

В «КФХ Котов» наблюдается стабильно низкая урожайность на протяжении исследуемых лет (5,8...8,0 ц/га).

Закключение. Посевной материал чечевицы, предназначенный для посева, в 2020 году был поражен в основном грибными болезнями и лишь незначительно (4%) бактериальными, отмечено поражение неинфекционными болезнями с невыясненной этиологией (10%). Наибольшая зараженность посевного материала чечевицы в условиях Сергиевского района Самарской области отмечается такими болезнями как аскохитоз и альтернариоз. Засоренность посевов чечевицы в условиях опыта составляла: примесью трудноотделимых культурных растений – 5 шт./м², злостными сорняками – 4 шт./м², вредными ядовитыми сорняками – не обнаружено. Общая засоренность – 13 шт./м², что выше ЭПВ. Урожайность семян и пораженность семенного фонда находились в обратной зависимости. Как следствие, существенно пораженные посевы в «КФХ Воропаев» и «КФХ Мухранов» в 2020 г. имели низкую урожайность – 7,1 и 5,0 ц/га, соответственно. Следует отметить в качестве факторов, лимитирующих урожайность изучаемой культуры в 2020 г., недостаток влаги и высокую температуру воздуха (более 26⁰С) во второй декаде июля. В Сергиевском районе Самарской области

урожайность чечевицы в целом за последние пять (2016-2020 гг.) лет варьирует от 7,1 до 13,3 ц/га. В годы исследований продуктивность чечевицы в районе исследований отмечалась чуть большая, чем средняя урожайность по Самарской области. Применение в сельскохозяйственном производстве результатов данного опыта, а именно, изучение вариантов стабилизации фитосанитарного состояния посевного материала, позволит увеличить сбор валовой продукции чечевицы.

Список источников

1. Hanieva I. M., Tarasheva Z. Z. Features of technology of cultivation of chickpeas in the foothill zone KBR // *Journal of international scientific researches*. 2015. № 3 (24). С. 172–174.
2. Экспорт зерновых и зернобобовых культур из России в 2001-2019 гг. [Электронный ресурс]. Экспертно-аналитический центр агробизнеса [сайт]. ab-centre.ru/. URL: <https://ab-centre.ru/news/eksport-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur-iz-rossii-v-2001-2019-gg>. (дата обращения: 15.01.2022).
3. Глазова З. И. Перспектива применения листовых подкормок при выращивании чечевицы // *Земледелие*. 2018. №4. С. 24–26.
4. Рынок чечевицы в России 2019: растущий интерес отечественных аграриев [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru>.
5. Маракаева Т. В. Оценка исходного материала чечевицы (*Lens culinaris medic*) в южной лесостепи западной Сибири // *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 2 (9). С. 24–29.
6. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 2 (26). С. 4–10.
7. Перцева Е. В., Васин В. Г., Майоров Ю. А. Оценка сортов на устойчивость агроценозов сои к хлопковой совке в условиях Самарской области // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 1 (53). С. 105–111.
8. Перцева Е. В., Васин А. В. Влияние энтомофауны на урожайность люцерны в условиях лесостепи Самарской области // *Кормопроизводство*. 2017. № 9. С. 24–27.
9. Pertseva E. V. The development of the bean seed fly *Delia platura* Mg. (Diptera, Anthomyiidae) and its harmfulness in forest-steppe agrocenoses of Samara province // *Entomological Review*. 2007. Т. 87, № 9. P. 1193–1200. doi: 10.1134/S0013873807090096
10. Pertseva E. V., Burlaka G. A. *Izvestia // Soil Science Society of America Journal*. 2016. Т. 4, № 1. P. 14

References

1. Hanieva, I. M. & Tarasheva, Z. Z. (2015). Features of technology of cultivation of chickpeas in the foothill zone KBR. *Journal of international scientific researches*, 3 (24), 172–174.
2. Export of grain and leguminous crops from Russia in 2001-2019. *Agribusiness Expert and Analytical Center*. Retrieved from <https://ab-centre.ru/news/eksport-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur-iz-rossii-v-2001-2019-gg> (in Russ.).
3. Glazova, Z. I. (2018). The prospect of using foliar application for growing lentil. *Zemledelie (Zemledelie)*, 4, 24–26 (in Russ.).
4. Lentil market in Russia 2019: growing interest of domestic agrarians. Retrieved from <https://marketing.rbc.ru>.
5. Marakaeva, T. V. (2019). Evaluation of lentil (*Lens culinaris medic*) parent material in the southern forest-steppe of western Siberia. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi seliskhoziaistvennoi akademii (Vestnik Chuvash State Agricultural Academy)*, 2 (9), 24–29 (in Russ.).
6. Zotikov, V. I., Sidorenko, V. S. & Gryadunova, N. V. (2018). Development of grain legume crops production in the Russian Federation. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury (Legumes and Groat Crops)*, 2 (26), 4–10 (in Russ.).
7. Pertseva, E. V., Vasin, V. G. & Mayorov, Yu. A. (2021). Evaluation of varieties for the resistance of soybean agrocenoses to cotton worm in the conditions of the Samara region. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1 (53), 105–111 (in Russ.).
8. Pertseva, E. V. & Vasin, A. V. (2017). Influence of entomofauna on alfalfa yield in the forest-steppe conditions of the Samara region. *Kormoproizvodstvo (Fodder Production)*, 9, 24–27 (in Russ.).
9. Pertseva, E. V. (2007). The development of the bean seed fly *Delia platura* Mg. (Diptera, Anthomyiidae) and its harmfulness in forest-steppe agrocenoses of Samara province. *Entomological Review*, 87, 9, 1193-1200. doi: 10.1134/S0013873807090096
10. Pertseva, E. V. & Burlaka, G. A. (2016). *Izvestia. Soil Science Society of America Journal*, 4, 1, 14.

Информация об авторах

Е. В. Перцева – кандидат биологических наук, доцент;
В. Г. Васин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Л. В. Киселева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors

E. V. Pertseva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
V. G. Vasin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
L. V. Kiseleva – 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 2.02.2022; одобрена после рецензирования 6.03.2022; принята к публикации 10.03.2022.

The article was submitted 2.02.2022; approved after reviewing 6.03.2022; accepted for publication 10.03.2022.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 664.769

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_28

**ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТРИЦЫ ЭКСТРУДЕРА
НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМОГО ЭКСТРУДАТА**

Анатолий Алексеевич Курочкин¹, Дмитрий Иванович Фролов²

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

¹ anatolii_kuro@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-3824-4364>

² surr@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9166-1132>

Цель исследований – обоснование зависимости свойств экструдатов и удельной механической энергии экструзионного процесса от размерных характеристик матрицы экструдера. Приведено исследование влияния размерных характеристик отверстий матрицы экструдера на технологические свойства получаемого экструдированного продукта, в частности, на коэффициенты расширения экструдата и эффективность работы экструдера. Необходимые для обеспечения равномерного потока, а также правильной консистенции экструдированной смеси, конструктивные особенности и форма матрицы требуют больших теоретических и экспериментальных исследований. Для теоретического обоснования геометрических параметров матрицы экструдера и физических явлений, происходящих с сырьем, представлены уравнения потока жидкости через отверстие фильеры. Представлены уравнения для оценки падения давления через проходное сечение матрицы при заданной скорости потока сырья для неньютоновской смеси. Материал для экструзии – кукурузная крупа. Опыты проводили на лабораторном одношнековом экструдере ЭК-40. Матрицу с отверстиями выбирали в соответствии с планом эксперимента. Экспериментальные данные проанализированы с помощью дисперсионного анализа. Все статистические анализы выполнены с использованием программного обеспечения STATISTICA. Получены результаты влияния диаметра отверстия, длины канала отверстия матрицы и их отношения на удельную механическую энергию и коэффициенты расширения экструдата. С увеличением диаметра отверстия в матрице экструдера удельная механическая энергия снижается со 100 Дж/кг при диаметре отверстия 2 мм до 50 Дж/кг при диаметре отверстия 4 мм. Наибольшее влияние размер отверстия матрицы экструдера оказал на радиальный коэффициент расширения экструдата. При увеличении диаметра отверстия с 2 до 4 мм радиальный коэффициент расширения экструдата снизился приблизительно на 38 % – до 6,96. Увеличение радиального коэффициента расширения в основном происходит за счет уменьшения размера отверстия с ростом давления на матрицу. Длина канала отверстия матрицы слабо влияет на все коэффициенты расширения экструдата.

Ключевые слова: экструзия, матрица, свойства экструдата, кукуруза, коэффициент расширения.

Для цитирования: Курочкин А. А., Фролов Д. И. Влияние размерных характеристик матрицы экструдера на свойства получаемого экструдата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 28–37. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_28

Original article

INFLUENCE OF DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF THE EXTRUDER MATRIX ON THE PROPERTIES OF EXTRUDATE

Anatoly A. Kurochkin¹, Dmitry I. Frolov²

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

¹anatolii_kuro@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3824-4364>

²surr@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9166-1132>

The purpose of the research is to substantiate the dependence of properties of extrudate and specific mechanical energy of the extrusion process on the dimensional characteristics of the extruder matrix. The study of influence of the dimensional characteristics of holes of an extruder matrix on processing properties of the resulting extruded product, in particular, on the expansion coefficients of an extrudate and efficiency of an extruder. The design features and the shape of a matrix which can ensure a uniform flow, as well as correct consistency of the extruded mixture, require extensive theoretical and experimental studies. To provide theoretical substantiation the geometric parameters of the extruder matrix and the physical occurrence with raw materials, the equations of fluid flow through spinneret holes are presented. The equations for estimating the pressure drop through the flow section of the matrix at a given rate of raw materials move for a non-Newtonian mixture are presented. The material for extrusion is corn grit. The experiments were carried out involving an experimental single-screw extruder type EK-40. The matrix with holes was chosen according to the experimental plan. The experimental data were analyzed using dispersion analysis. All statistical tests were performed using the STATISTICA software. The results of influence of a hole diameter, the length of the matrix channel and their ratio on the specific mechanical energy and the expansion coefficients of the extrudate were obtained. With an increase of diameter in the extruder spinneret hole, the specific mechanical energy decreases from 100 J/kg with a hole diameter of 2 mm to 50 J/kg with a one of 4 mm. The size of an extruder spinneret hole had the greatest impact on the radial expansion coefficient of the extrudate. With an increase of the hole diameter from 2 to 4 mm, the radial expansion coefficient of the extrudate decreased approximately by 38% to 6.96. The increase of the radial expansion coefficient is mainly due to a decrease of a hole with an increase of pressure on the matrix. The length of the spinneret hole of the matrix has little effect on all the expansion coefficients of the extrudate.

Keywords: extrusion, matrix, extrudate properties, corn, expansion coefficient.

For citation: Kurochkin, A. A. & Frolov, D. I. (2022). Influence of dimensional characteristics of the extruder matrix on the properties of extrudate. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 28–37 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_28

Экструзионные технологии находят все более широкое применение в сельскохозяйственном производстве и пищевой промышленности [1, 2, 3]. Они осуществляются с помощью экструдера, в котором обрабатываемое сырье перемещается в рабочем объеме машины и подвергается механическому и тепловому воздействию, а затем продавливается через отверстия матрицы [4]. Хотя исследования этих технологий ведутся уже много лет, понимание изменений сырья в процессе экструзии и влияния параметров процесса на качество готового продукта все еще достаточно ограничено [5].

Экструдеры рационализируют производственный процесс и минимизируют эксплуатационные расходы, сочетая универсальность и энергоэффективность [6]. Тем не менее, реологические свойства и гидродинамическое поведение сельскохозяйственного сырья делают экструзию очень сложным процессом [7, 8]. Компоненты такого сырья при экструзии подвергаются различным воздействиям, в результате которых, например, в частицах крахмала осуществляется процессы желатинизации и молекулярной деградации вследствие термической и механической обработки [9, 10]. Во время экструзии механические силы сдвига, создаваемые шнеком, фрагментируют молекулы злаков, образуя углеводы с более легкой молекулярной массой [11, 12, 13].

Предыдущие экспериментальные исследования показали влияние на качество конечного

продукта конструктивных и технологических параметров, таких, как частота вращения шнека, температура и разрежение в вакуумной камере [14].

При этом выяснилось, что для контроля производительности экструдера и качества экструдата существенное значение имеет характер потока экструдированного сырья при выходе из матрицы экструдера. В свою очередь параметры потока и степень расширения экструдированного сырья зависят от размерных характеристик и конфигурации матрицы экструдера, а также давления воздуха в камере, куда поступает готовый продукт из фильеры матрицы машины.

Свойства матрицы экструдера связаны с несколькими важными особенностями при экструдировании. Во-первых, конфигурация и размеры отверстий матрицы определяют размеры получаемых полуфабрикатов или готовых продуктов. Не менее важными особенностями, которые необходимо учитывать, являются термодинамические и реологические процессы, происходящие в матрице при формировании. Все это оказывают решающее влияние на качество экструдированных полуфабрикатов [15]. Следовательно, при проектировании матрицы экструдера следует учитывать взаимосвязь потока, деформации и температуры сырья [16]. Таким образом, конструкция, форма и размерные характеристики матрицы, обеспечивающие заданные параметры и равномерность потока обрабатываемого сырья, требуют дальнейших экспериментальных исследований.

Для теоретического обоснования геометрических параметров матрицы экструдера важно учитывать физику процесса, происходящего с обрабатываемым сырьем во время экструзии. Для ньютоновских жидкостей поток Q через круглую фильеру матрицы при пренебрежении входными и выходными потерями, определяется выражением

$$Q = K \frac{\Delta P}{\mu_d}, \quad (1)$$

где ΔP – падение давления, Па;

μ_d – динамическая вязкость, Па·с;

K – коэффициент, м³, для круглого отверстия в матрице $K = \pi R^4 / 8L$;

R – радиус отверстия матрицы, м;

L – длина сопла отверстия матрицы, м.

Смесь, состоящая из увлажненных злаков, является неньютоновской жидкостью, и ее реологическое поведение очень сложное, варьирующееся в зависимости от различных параметров, таких как температура и содержание влаги [17]. Выбор подходящей реологической модели важен для точности результатов моделирования: реологические характеристики напрямую влияют на поведение потока материала, теплопередачу и давление внутри экструдера. Для такого рода жидкостей вязкость является функцией скорости сдвига, и существует нелинейная связь между потоком жидкости, проходящим через круглое отверстие матрицы, и падением давления [18].

Для оценки падения давления через проходное сечение матрицы при заданной скорости потока сырья для неньютоновской смеси сначала рассчитывают скорость сдвига и напряжение сдвига. Для матрицы с круглым поперечным сечением скорость сдвига на стенке и касательное напряжение на стенке определяются как

$$\gamma_w = \frac{3n+1}{4n} \left(\frac{4Q}{\pi R^3} \right) \text{ и } \tau_w = \frac{R \Delta P}{2L}, \quad (2)$$

где γ_w – скорость сдвига на стенке, с⁻¹;

n – показатель поведения жидкости;

τ_w – касательное напряжение на стенке, Н/м².

После определения скорости сдвига может быть определена структурная вязкость по экспериментальным данным или реологической модели рассматриваемой смеси.

Поскольку структурная вязкость – это отношение касательного напряжения сдвига к скорости сдвига, то падение давления на матрице может быть рассчитано напрямую

$$\tau = m \gamma^n, \quad (3)$$

где τ – касательное напряжение, Н/м²;

m – показатель консистенции, Па·с;

γ – скорость сдвига, с⁻¹.

Ранее изучено влияние размерных характеристик отверстий матрицы экструдера на свойства готовых продуктов на основе разработанной модели влияния скорости экструзионной обработки на расширение и текстурные свойства экструдатов. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что наиболее высокий индекс расширения экструдата можно получить для отношения длины отверстия матрицы к его диаметру, равном 3,4. Дальнейший рост этого показателя приводит к уменьшению индекса расширения экструдата.

Одновременно выявлена связь крутящего момента привода экструдера с величиной энергии, поглощаемой сырьем в процессе сдвига его частиц во время экструзионной обработки. Подтверждено, что непосредственное влияние на крутящий момент оказывает шнек экструдера и размерные характеристики отверстия матрицы. Вследствие этого геометрические характеристики матрицы экструдера и конкретнее размеры отверстий в матрице являются существенными факторами, влияющими на качественные показатели получаемого экструдированного продукта. Таким образом, размерные характеристики отверстий в матрице экструдера могут оказывать влияние не только на индекс расширения экструдата, но и на общую производительность экструдера. Оценить долю влияния конфигурации матрицы на производительность экструдера возможно на основе рассмотрения показателя удельной механической энергии.

Цель исследований – обоснование зависимости свойств экструдатов и удельной механической энергии экструзионного процесса от размерных характеристик матрицы экструдера.

Задачи исследований – определить влияние диаметра и длины отверстия матрицы экструдера, а также их соотношения, на индекс расширения и удельную механическую энергию.

Материал и методы исследований. Экструзионной обработке подвергали кукурузную крупу, полученную с помощью электрической мельницы. Крупу смешивали с водой до достижения влажности 20 %, а затем образцы обрабатывали в лабораторном одношнековом экструдере ЭК-40. Экструдер оснащен рабочим шнеком диаметром 40 мм, отношение длины шнека к его диаметру составляло 4:1, а температурный режим 140/170 °С поддерживали за счет фиксированной частоты вращения шнека.

Матрицу с отверстиями выбирали в соответствии с планом эксперимента. Температуру на кожухе шнека регистрировали с помощью мультиметра и датчика температуры. Крутящий момент на валу экструдера регистрировали с помощью датчика крутящего момента.

Удельную механическую энергию (УМЭ) рассчитывали по формуле (4) на основе полученных результатов эксперимента [19]:

$$\text{УМЭ} = \frac{M_p \cdot n}{Q}, \quad (4)$$

где УМЭ – удельная механическая энергия (Дж/кг);

M_p – крутящий момент при проталкивании сырья, Н·м;

n – частота вращения шнека, с⁻¹;

Q – массовый расход, кг/ч.

Размерные характеристики матриц, используемых в каждом эксперименте, приведены в таблице 1. Экспериментальный план был полностью рандомизирован и проведен 3 раза. Отношения L/D рассчитывали путем деления длин сопел отверстий на их диаметр. Экспериментальные данные проанализированы с помощью дисперсионного анализа. Все статистические анализы выполнены с использованием программного обеспечения STATISTICA. Общий коэффициент расширения (КРобщ) рассчитан путем деления плотности экструдированного продукта на объемную плотность. Радиальный коэффициент расширения (КРрад) определяли, как отношение между диаметром экструдатов (измеренным с помощью цифрового штангенциркуля) и диаметром отверстия матрицы экструдера. Осевой коэффициент расширения (КРос) был рассчитан путем деления общего коэффициента расширения на радиальный коэффициент расширения. При снятии измерений выбирали среднее значение из шести измерений.

Таблица 1

Размерные характеристики отверстий матриц экструдера для каждого эксперимента

Влияние диаметра отверстия D			Влияние длины канала отверстия L			Влияние отношения L/D		
L, мм	D, мм	L/D	L, мм	D, мм	L/D	L, мм	D, мм	L/D
15	2	7,5	10	3	3,33	6	3	2,00
15	2,5	6	14	3	4,67	14	4	3,50
15	3	5	30	3	10,00	20	3	6,67
15	4	3,75	40	3	13,33	30	3	10,00

Твердость экструдатов оценивали путем измерения максимального усилия, необходимого для их разрушения. Объемную плотность определяли путем взвешивания массы экструдатов, необходимых для заполнения контейнера емкостью 1000 мл. Ее рассчитывали, как отношение массы к единице объема.

Результаты исследований. Для определения влияния диаметра отверстия матрицы на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата (КРобщ, КРрад, КРос) были использованы данные, представленные в таблице 1. На рисунке 1 изображена диаграмма влияния диаметра отверстия матрицы на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата (КРобщ, КРрад, КРос).

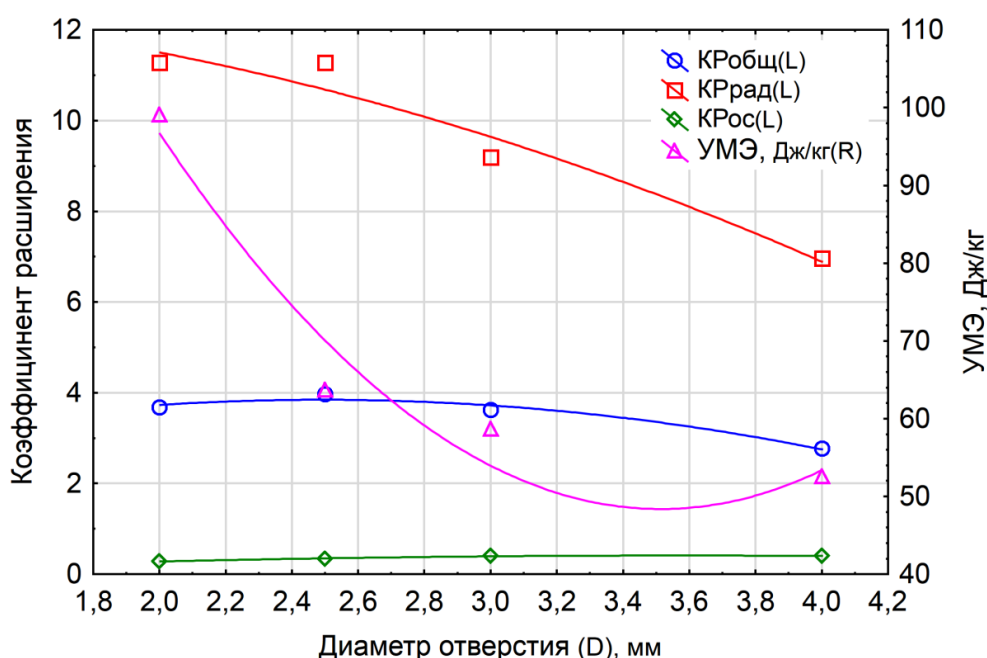


Рис. 1. Диаграмма влияния диаметра отверстия матрицы на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата (КРобщ, КРрад, КРос)

Анализируя изображенные графические зависимости, можно обратить внимание на достаточно сильное влияние диаметра отверстия матрицы экструдера на удельную механическую энергию. С увеличением диаметра отверстия в матрице экструдера удельная механическая энергия снижается со 100 Дж/кг при диаметре отверстия 2 мм до 50 Дж/кг при диаметре отверстия 4 мм. Снижение произошло практически пропорционально в 2 раза. Полученный результат подтверждается теорией о том, что крутящий момент двигателя зависит от поглощаемой материалом энергии из-за сдвига в процессе экструзии.

Регрессионный анализ показал, что зависимость удельной механической энергии от диаметра отверстия имеет нисходящий тренд с увеличением диаметра. Модель полиномиальной регрессии второго порядка это подтверждает:

$$\text{УМЭ} = 308,7965 - 148,2173 \cdot D + 21,09 \cdot D^2. \quad (5)$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,947$; уровень значимости $p = 0,23$.

Наибольшее влияние размер отверстия матрицы экструдера оказал на радиальный коэффициент расширения экструдата. При увеличении диаметра отверстия с 2 до 4 мм радиальный коэффициент расширения экструдата снизился приблизительно на 38 %, до 6,96. Изменение диаметра отверстия незначительно повлияло на осевой коэффициент расширения, его среднее значение колебалось около 0,36. Снижение общего коэффициента расширения произошло в среднем на 0,96.

На рисунке 2 изображена диаграмма влияния длины канала отверстия матрицы на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата ($K_{Робщ}$, $K_{Ррад}$, $K_{Рос}$).

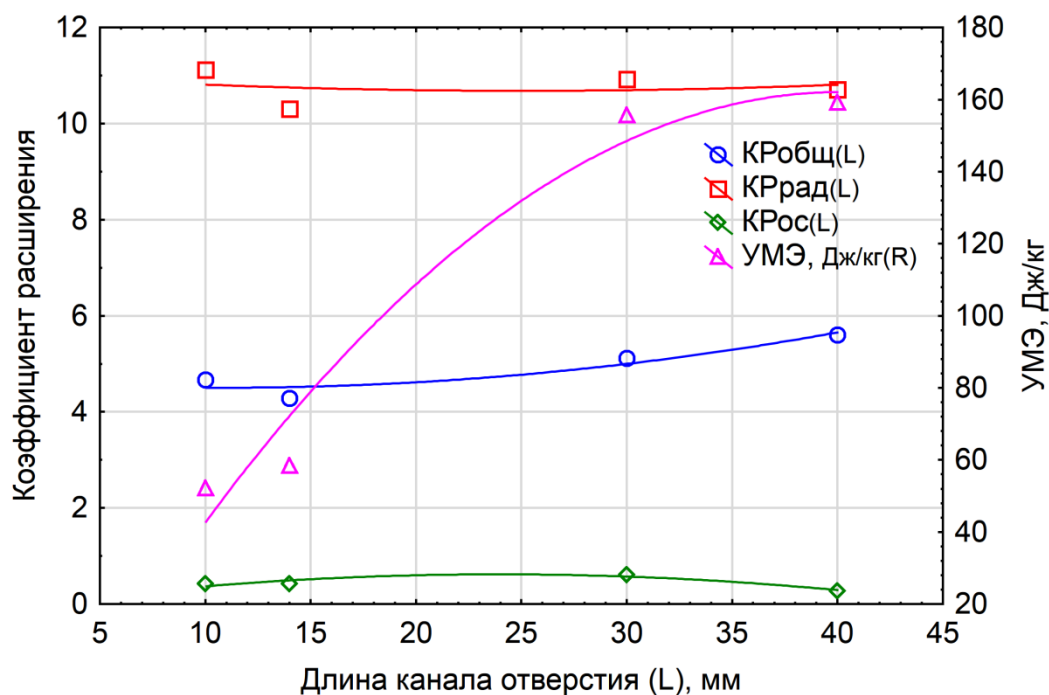


Рис. 2. Диаграмма влияния длины канала отверстия матрицы на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата ($K_{Робщ}$, $K_{Ррад}$, $K_{Рос}$)

Для определения влияния длины канала отверстия матрицы были использованы матрицы с длиной от 10 до 40 мм и постоянным диаметром отверстия.

Статистический анализ показал, что на удельную механическую энергию существенно оказывает влияние длина канала отверстия матрицы экструдера. При увеличении длины канала отверстия матрицы с 10 до 40 мм удельная механическая энергия возросла от 52 до 159 Дж/кг. То есть при увеличении длины канала в 4 раза удельная механическая энергия возросла в 3,05 раза. Полученный результат хорошо коррелирует с теоретическими зависимостями, в которых удельная механическая энергия является функцией массового расхода сырья Q , который, в свою очередь, зависит от структурной вязкости и падения давления в матрице экструдера.

Зависимость удельной механической энергии от длины канала отверстия матрицы представляет собой полиномиальную регрессию второго порядка. Полученная модель указывает на тенденцию увеличения удельной механической энергии в случае возрастания длины канала отверстия матрицы.

$$УМЭ = -49,7317 + 10,5475 \cdot L - 0,1313 \cdot L^2. \quad (6)$$

Для приведенного уравнения коэффициент детерминации R^2 и уровень значимости (p) равны соответственно 0,983 и 0,18.

Общий коэффициент расширения показал тенденцию роста при увеличении длины канала отверстия матрицы экструдера. При изменении этого показателя с 10 до 40 мм общий коэффициент расширения вырос на 16,7 %. В целом радиальный и осевой коэффициенты расширения колебались около своих средних значений и были равны в среднем $K_{Ррад}(ср) = 10,77$ и $K_{Рос}(ср) = 0,43$.

На рисунке 3 изображена диаграмма влияния отношения длины канала к диаметру отверстия матрицы L/D на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата ($K_{Робщ}$, $K_{Рад}$, $K_{Рос}$).

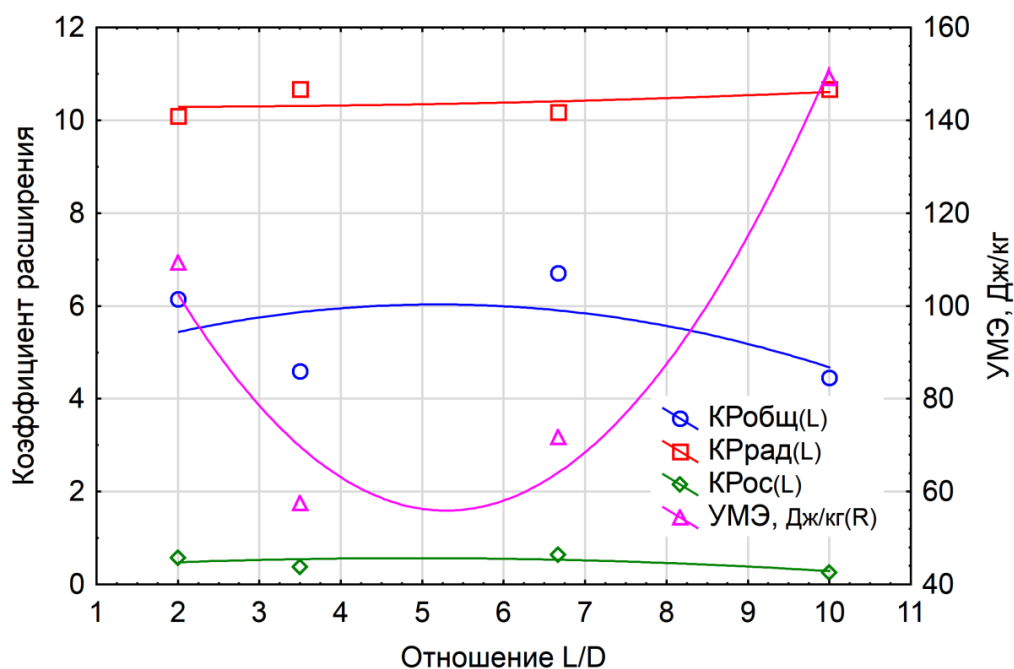


Рис. 3. Диаграмма влияния отношения длины канала к диаметру отверстия матрицы на удельную механическую энергию (УМЭ) и коэффициенты расширения экструдата ($K_{Робщ}$, $K_{Рад}$, $K_{Рос}$)

Для определения влияния отношения длины канала отверстия матрицы к диаметру отверстия (L/D) были подобраны матрицы с диаметром 3 и 4 мм, длиной от 5 до 30 мм. Отношения L/D составили соответственно 2; 3,5; 6,67; 10.

Результаты показали аналогичное поведение удельной механической энергии, как и в предыдущем опыте по изменению длины канала отверстия. Удельная механическая энергия возрастает с увеличением отношения L/D .

Полученный результат подтверждается уравнением регрессии:

$$\text{УМЭ} = 176,4136 - 45,5402 \cdot (L/D) + 4,3029 \cdot (L/D)^2. \quad (7)$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,974$; уровень значимости $p = 0,22$.

Влияние отношения длины канала отверстия матрицы к диаметру отверстия (L/D) на коэффициенты расширения экструдата ($K_{Робщ}$, $K_{Рад}$, $K_{Рос}$) было не существенно. Средние значения данных коэффициентов составили: $K_{Рад}(ср) = 10,4$; $K_{Рос}(ср) = 0,46$; $K_{Робщ}(ср) = 5,47$.

Закключение. Резюмируя полученные результаты и сопоставляя их с предварительно выдвинутыми научными гипотезами, можно сделать вывод, что производительность экструдера зависит от трех видов потока смеси в стволе экструдера: напорного потока, потока сопротивления и потока утечки. Поток сопротивления, зависящий от структурной вязкости и технологических параметров процесса экструзии, был постоянным. Давление на матрицу экструдера влияло на два остальных вида потока смеси. Падение давления и скорость потока смеси зависят от размерных характеристик матрицы экструдера, что и было подтверждено экспериментально. Увеличение радиального коэффициента расширения в основном происходит за счет уменьшения размера отверстия и сопутствующего этому явлению возрастающего давления на матрицу. Длина канала отверстия матрицы слабо влияет на все коэффициенты расширения экструдата. Отсюда очевидно, что для существенного радиального расширения экструдата необходимо использовать минимально возможные отверстия в матрице экструдера. При этом с целью экономии энергии, используемой для экструзии, длина канала матрицы может быть минимально допустимой, так как она не оказывает существенного влияния на качество получаемого экструдата.

Список источников

1. Бахчевников О. Н., Брагинец С. В. Экструдирование растительного сырья для продуктов питания (обзор) // *Техника и технология пищевых производств*. 2020. Т. 50, № 4. С. 690–706.
2. Comettant-Rabanal R., Carvalho C. W. P., Ascheri J. L. R., Chávez D. W. H. Germani, R. Extruded whole grain flours and sprout millet as functional ingredients for gluten-free bread // *LWT*. 2021. Vol. 150. P. 112042. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112042>
3. Wang Q., Li L., Wang T., Zheng X. A review of extrusion-modified underutilized cereal flour: chemical composition, functionality, and its modulation on starchy food quality // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 370. P. 131361.
4. Senanayake S.A.M.A.N.S., Clarke B. A simplified twin screw co-rotating food extruder: design, fabrication and testing // *Journal of Food Engineering*. 1999. Vol. 40, № 1. P. 129–137. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00049-7)
5. Cheng H., Friis A. Modelling extrudate expansion in a twin-screw food extrusion cooking process through dimensional analysis methodology // *Food and Bioprocess Processing*. 2010. Vol. 88, № 2. P. 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.01.001>
6. Frolov D. I., Kurochkin A. A. Aerodynamic study of an ejector in a modernized device for thermal vacuum extrusion of food products // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 954, № 1. P. 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012030>
7. Roye C., Henrion M., Chanvrier H., Loret C., King R., Lamothe L., Courtin C. M. Changing Wheat Bran Structural Properties by Extrusion-Cooking on a Pilot and Industrial Scale: A Comparative Study // *Foods*. 2021. Vol. 10, № 2. P. 472. <https://doi.org/10.3390/foods10020472>
8. Roye C., Henrion M., Chanvrier H., De Roeck K., De Bondt Y., Liberloo I., King R., Courtin C. M. Extrusion-Cooking Modifies Physicochemical and Nutrition-Related Properties of Wheat Bran // *Foods*. 2020. Vol. 9, № 6. P. 738. <https://doi.org/10.3390/foods9060738>
9. Yang Z., Zhou Y., Xing J.-J., Guo X.-N., Zhu K.-X. Effect of superheated steam treatment and extrusion on lipid stability of black soybean noodles during storage // *Food Control*. 2021. July. P. 108388.
10. Jia W.-T., Yang Z., Guo X.-N., Zhu K.-X. Effect of superheated steam treatment on the lipid stability of whole wheat flour // *Food Chemistry*. 2021. Vol. 363. P. 130333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130333>
11. Wang B., Dong Y., Fang Y., Gao W., Kang X., Liu P., Yan S., Cui B., Abd El-Aty A. M. Effects of different moisture contents on the structure and properties of corn starch during extrusion // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 368. P. 130804. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130804>
12. Pietsch V. L., Schöffel F., Rädle M., Karbstein H. P., Emin M. A. High moisture extrusion of wheat gluten: Modeling of the polymerization behavior in the screw section of the extrusion process // *Journal of Food Engineering*. 2019. Vol. 246. P. 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.031>
13. Robin F., Bovet N., Pineau N., Schuchmann H. P., Palzer S. Online shear viscosity measurement of starchy melts enriched in wheat bran // *Journal of Food Science*. 2011. T. 76, № 5. P. E405–412. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02193.x>
14. Kurochkin A. A., Frolov D. I., Zimnyakov V. M. Extrudate dehydration rate increase by modernization of the extruder vacuum chamber // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 640, № 7. P. 072018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/7/072018>
15. Королев А. А. Разработка технологических режимов экструзии зерноовощных пищевых концентратов // *Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук российской академии наук*. 2016. № 1. С. 163–168.
16. Roye C., Chanvrier H., Henrion M., De Roeck K., De Bondt Y., Liberloo I., King R., Courtin C. M. Single-pass, double-pass and acid twin-screw extrusion-cooking impact physicochemical and nutrition-related properties of wheat bran // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. Vol. 66. P. 102520. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102520>
17. Wolz M., Kastenhuber S., Kulozik U. High moisture extrusion for microparticulation of whey proteins – Influence of process parameters // *Journal of Food Engineering*. 2016. Vol. 185. P. 56–61.
18. Roland W., Marschik C., Krieger M., Löw-Baselli B., Miethlinger J. Symbolic regression models for predicting viscous dissipation of three-dimensional non-Newtonian flows in single-screw extruders // *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*. 2019. Vol. 268. P. 12–29. <https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2019.04.006>
19. Maung The-Thiri, Gu Bon-Yeob, Ryu G. Influence of extrusion process parameters on specific mechanical energy and physical properties of high-moisture meat analog // *International journal of food engineering*. 2020. T. 17, № 2. С. 149–157. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2020-0042>

References

1. Bakhchevnikov, O. N. & Braginets, S. V. (2020). Extrusion of vegetable raw materials for food (review). *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv (Technique and technology of food production)*, 50(4), 690–706 (in Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-690-706>
2. Comettant-Rabanal, R., Carvalho, C. W. P., Ascheri, J. L. R., Chávez, D. W. H. & Germani, R. (2021). Extruded whole grain flours and sprout millet as functional ingredients for gluten-free bread. *LWT*, 150, 112042. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112042>
3. Wang Q., Li L., Wang, T. & Zheng, X. (2022). A review of extrusion-modified underutilized cereal flour: Chemical composition, functionality, and its modulation on starchy food quality. *Food Chemistry*, 370, 131361. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131361>
4. Senanayake, S. A. M. A. N. S. & Clarke, B. (1999). A simplified twin screw co-rotating food extruder: Design, fabrication and testing. *Journal of Food Engineering*, 40(1), 129–137. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00049-7)
5. Cheng, H. & Friis, A. (2010). Modelling extrudate expansion in a twin-screw food extrusion cooking process through dimensional analysis methodology. *Food and Bioprocess Processing*, 88(2), 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.01.001>
6. Frolov, D. I. & Kurochkin, A. A. (2022). Aerodynamic study of an ejector in a modernized device for thermal vacuum extrusion of food products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 954(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012030>
7. Roye, C., Henrion, M., Chanvrier, H., Loret, C., King, R., Lamothe, L. & Courtin, C. M. (2021). Changing Wheat Bran Structural Properties by Extrusion-Cooking on a Pilot and Industrial Scale: A Comparative Study. *Foods*, 10(2), 472. <https://doi.org/10.3390/foods10020472>
8. Roye, C., Henrion, M., Chanvrier, H., De Roeck, K., De Bondt, Y., Liberloo, I., King, R. & Courtin, C. M. (2020). Extrusion-Cooking Modifies Physicochemical and Nutrition-Related Properties of Wheat Bran. *Foods*, 9(6), 738. <https://doi.org/10.3390/foods9060738>
9. Yang, Z., Zhou, Y., Xing, J.-J., Guo, X.-N. & Zhu, K.-X. (2021). Effect of superheated steam treatment and extrusion on lipid stability of black soybean noodles during storage. *Food Control*, 108388. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108388>
10. Jia, W.-T., Yang, Z., Guo, X.-N. & Zhu, K.-X. (2021). Effect of superheated steam treatment on the lipid stability of whole wheat flour. *Food Chemistry*, 363, 130333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130333>
11. Wang, B., Dong, Y., Fang, Y., Gao, W., Kang, X., Liu, P., Yan, S., Cui, B. & Abd El-Aty, A. M. (2022). Effects of different moisture contents on the structure and properties of corn starch during extrusion. *Food Chemistry*, 368, 130804. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130804>
12. Pietsch, V. L., Schöffel, F., Rädle, M., Karbstein, H. P. & Emin, M. A. (2019). High moisture extrusion of wheat gluten: Modeling of the polymerization behavior in the screw section of the extrusion process. *Journal of Food Engineering*, 246, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.031>
13. Robin, F., Bovet, N., Pineau, N., Schuchmann, H. P. & Palzer, S. (2011). Online shear viscosity measurement of starchy melts enriched in wheat bran. *Journal of Food Science*, 76(5), E405–412. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02193.x>
14. Kurochkin, A. A., Frolov, D. I. & Zimnyakov, V. M. (2021). Extrudate dehydration rate increase by modernization of the extruder vacuum chamber. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 640(7), 072018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/7/072018>
15. Korolev, A. A. (2016). Development of extrusion process regime of grain and vegetable food concentrates. *International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences*, 1 (pp. 163–168) (in Russ.).
16. Roye, C., Chanvrier, H., Henrion, M., De Roeck, K., De Bondt, Y., Liberloo, I., King, R. & Courtin, C. M. (2020). Single-pass, double-pass and acid twin-screw extrusion-cooking impact physicochemical and nutrition-related properties of wheat bran. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102520. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102520>
17. Wolz, M., Kastenhuber, S. & Kulozik, U. (2016). High moisture extrusion for microparticulation of whey proteins – Influence of process parameters. *Journal of Food Engineering*, 185, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.04.002>
18. Roland, W., Marschik, C., Krieger, M., Löw-Baselli, B. & Miethlinger, J. (2019). Symbolic regression models for predicting viscous dissipation of three-dimensional non-Newtonian flows in single-screw extruders. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 268, 12–29. <https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2019.04.006>
19. Maung, The-Thiri, Gu, Bon-Yeob, Ryu, G. (2020). Influence of extrusion process parameters on specific mechanical energy and physical properties of high-moisture meat analog. *International Journal of Food Engineering*, 17(2), 149–157. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2020-0042>

Информация об авторах

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

Information about the authors

A. A. Kurochkin – Doctor of Technical Sciences, Professor;
D. I. Frolov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 26.12.2021; одобрена после рецензирования 11.01.2022; принята к публикации 18.02.2022.

The article was submitted 26.12.2021; approved after reviewing 11.01.2022; accepted for publication 18.02.2022.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 633.31

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_38

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ АЗОТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ КАС**

Милюткин Владимир Александрович^{1✉}, Иванов Виталий Александрович², Попов Артем Владимирович³

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

¹oiapp@mail.ru[✉], <http://org/0000-0001-8948-4862>

^{2, 3}ssaa_ingener@mail.ru

Цель исследований – совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур с использованием инновационных сельскохозяйственных машин для внесения жидких азотных минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси. Агрохимические мероприятия с применением инновационных жидких азотных минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси (КАС) с добавлением серы по инновационным технологиям с применением инновационной техники являются важными и перспективными факторами в сельскохозяйственном производстве растениеводческой продукции. Исследования инновационных способов и технических средств для внесения жидких удобрений КАС в течение ряда лет (2018-2021 гг.) проводились совместно со специалистами ПАО «КуйбышевАзот» и АО «Евро-техника» на основных сельскохозяйственных культурах Поволжского региона (Самарская область) – пшеница (яровая и озимая), кукуруза, подсолнечник, соя – на полях Самарского ГАУ и агропредприятий Самарской, Волгоградской, Оренбургской, Ульяновской и Пензенской областей. Исследуемые в опытах технологии и технические средства обеспечивают возможность применения КАС различными способами: внутрипочвенно, в виде некорневых подкормок, поверхностно по вегетирующей части растений и комбинированно. Систематизированы существующие технологии и технические средства внесения жидких азотных удобрений на основе КАС. Проведены сравнительные испытания по оценке преимуществ стандартного жидкого азотного удобрения КАС-32 (32% – N) и инновационного – азот-серосодержащего – КАС + S (24-26% – N и около 4% – S). Разработаны способы внесения жидких азотных удобрений на основе КАС. Полученные результаты исследований позволят агропредприятиям повысить урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур и их эффективность особенно в условиях недостаточного увлажнения с высокими атмосферными и почвенными температурами и при прогнозируемом глобальном потеплении.

Ключевые слова: сельхозкультура, технология, инновации, жидкие удобрения, урожайность.

Для цитирования: Милюткин В. А., Иванов В. А., Попов А. В. Перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 38–47. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_38

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT
IN AGRICULTURE

Original article

**ADVANCED ENGINEERING AND TECHNOLOGY FOR APPLICATION OF LIQUID
NITROGEN CHEMICAL FERTILIZER CARBOMIDE-AMMONIA MIXTURE BASED**

Vladimir A. Milyutkin^{1✉}, Vitaly A. Ivanov², Artem V. Popov³

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

¹oiapp@mail.ru[✉], <http://org/0000-0001-8948-4862>

^{2, 3}ssaa_ingener@mail.ru

The purpose of the research is to improve cultivation technology of agricultural crops using innovative engineering designed for application of liquid nitrogen chemical fertilizers based on carbamide-ammonia mixture. Agrochemical measures with the use of innovative liquid nitrogen chemical fertilizers based on a carbamide-ammonia mixture (CAM) with addition of sulfur according to innovative engineering and technology are the most important and advanced factors in production of crop products. Research of innovative methods and technical means for applying fertilizer solution of the carbamide-ammonia mixture for a number of years (2018-2021) was carried out jointly with specialists of PJSC KuibyshevAzot and JSC Eurotechnika involving main agricultural crops of the Volga region (Samara region) – wheat (spring and winter), corn, sunflower, soy – in the fields of the Samara State Agricultural University and agricultural enterprises of the Samara, Volgograd, Orenburg, Ulyanovsk and Penza regions. The technologies and technical means studied during experiments provide the possibility of using carbamide-ammonia mixture in various ways: sub-surface, in the form of foliage application, superficially along the vegetative part of plants and combined. The existing technologies and technical means of applying liquid nitrogen fertilizers based on carbamide-ammonia mixture were systematized. Comparative tests were carried out to assess the advantages of standard liquid nitrogen fertilizer CAM-32 (32% – N) and innovative nitrogen-sulfur-containing – CAM + S (24-26% – N and about 4% – S). Methods of applying liquid nitrogen fertilizers based on carbamide-ammonia mixture have been developed. The obtained research results will move agricultural enterprises to increase the yield of cultivated crops and their efficiency, especially in conditions of insufficient moisture with both high atmospheric and soil temperatures and taking into regard predicted global warming.

Keywords: agricultural crop, technology, innovations, fertilizer solution, yield.

For citation: Milutkin, V. A., Ivanov, V. A. & Popov, A. V. (2022). Advanced engineering and technology for application of liquid nitrogen chemical fertilizer carbamide-ammonia mixture based. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 38–47 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_38

Эффективность сложнейшего процесса производства сельскохозяйственной продукции зависит от множества факторов, одним из которых является уровень плодородия почвы и его поддержание для необходимого питания, роста и развития растений с целью получения максимально-возможной урожайности высокого качества. Агрохимические мероприятия с применением инновационных жидких азотных минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси (КАС) с добавлением остро-необходимой для роста и развития растений серы (S) по инновационным технологиям с применением инновационной техники являются одним из важнейших и перспективнейших факторов в сельскохозяйственном производстве растениеводческой продукции [1-3, 6, 7, 9].

Заключение ученых о критическом недостатке продовольствия в мире (особенно в развивающихся странах) требует значительного увеличения количества продуктов питания, соответственно, сельскохозяйственной продукции, в странах, имеющих резерв как в земельных угодьях, так и в возможностях значительного повышения эффективности технологий производства [10-15].

К таким странам, в первую очередь, относится Россия, которая за счет коренного реформирования сельского хозяйства в последние годы занимает лидирующее место по экспорту зерна пшеницы, семян подсолнечника и других сельскохозяйственных продуктов.

На сегодняшний день совместно с сотрудниками ведущих, территориально близких к Самарскому государственному аграрному университету, сельхозмашиностроительных предприятий (АО «Евротехника» и ООО «Пегас-Агро») и химических заводов (ПАО «Куйбышев Азот» и «Тольятти-азот») систематизированы и протестированы основные способы и специальные агрегаты для эффективного применения жидких удобрений КАС при возделывании сельхозкультур (рис. 1) [2-6, 8].

Цель исследований – совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур с использованием инновационных сельскохозяйственных машин для внесения жидких азотных минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси.

Задачи исследований – систематизировать существующие технологии и технические средства внесения жидких азотных удобрений на основе КАС; провести сравнительные испытания по оценке преимуществ стандартного жидкого азотного удобрения КАС-32 (32% – N) и инновационного – азот-серосодержащего – КАС + S (24-26% – N и около 4% – S); разработать оптимальные

способы внесения жидких азотных удобрений на основе КАС и эффективного применения инновационных сельскохозяйственных машин и оборудования для внесения жидких азотных минеральных удобрений на основе КАС при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

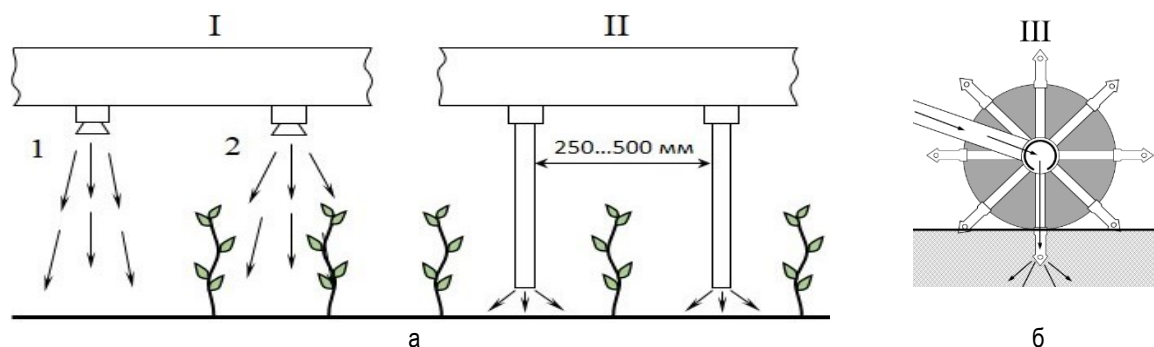


Рис. 1. Техничко-технологические схемы внесения жидких минеральных удобрений КАС:
а) I – опрыскивателем через крупнокапельные форсунки: 1 – на поверхность почвы; 2 – на растения;
II – шлангами-удлинителями на поверхность почвы; б) мульти-инжектором внутрипочвенно

Материалы и методы исследований. Исследования инновационных способов и технических средств для внесения жидких удобрений КАС в течении ряда лет (2018-2021 гг.) проводились совместно со специалистами ПАО «КуйбышевАзот» и АО «Евротехника» на основных сельскохозяйственных культурах Поволжского региона (Самарская область) – пшеница (яровая и озимая), кукуруза, подсолнечник, соя – на полях Самарского ГАУ и агропредприятий Самарской, Волгоградской, Оренбургской, Ульяновской и Пензенской областей.

В исследованиях опрыскиватели АО «Евротехника» (рис. 2, а) для обработки зерновых культур КАС (рис. 2) комплектовались крупнокапельными струйными (рис. 2, б) и дефлекторными (рис. 2, в) форсунками и шлангами-удлинителями для внекорневых подкормок зерновых и пропашных культур с целью исключения их «ожогов» (рис. 3) и обеспечения необходимого качества технологического процесса и высокой производительности машинно-тракторных агрегатов. Отличительной особенностью КАС является содержание в нем азота в трех формах: нитратный – 8%, аммонийный – 8%, амидный – 16%, что определяет пролонгированное действие удобрения и обеспечивает его повышенную эффективность за счет разного по времени действия на развитие растения. Опытами доказана наилучшая эффективность КАС при дробном его внесении из-за разных составляющих по азоту: 1) внутрипочвенно перед весенней культивацией опрыскивателями и мультиинжекторами; 2) листовая подкормка опрыскивателями с крупнокапельными форсунками и внекорневая подкормка опрыскивателями с удлинительными шлангами; 3) обработка раствором КАС по колосу опрыскивателями с крупнокапельными форсунками.

Так как листо-стеблевой частью растений усваивается только амидный азот, которого в КАС содержится только 16%, а аммонийные и нитратные формы азота, составляющие 16% (8 и 8 %), усваиваются корневой системой растений, то при обработке удобрениями растений опрыскивателями с крупнокапельными форсунками КАС, частично стекая с листьев и попадая на землю, впитывается в почву в виде внекорневой подкормки после атмосферных осадков, также усваивается растениями через корневую систему через определенное время в зависимости от погодных условий. В связи с этим при дробном внесении КАС для ускорения питания растений предусматривалось предпосевное внесение КАС до 30% и более от нормы внесения, что в целом повышает его эффективность (рис. 4).

Для эффективного применения КАС, главным образом, на пропашных – кукуруза, подсолнечник – на поздних фазах развития культур для исключения «ожогов» растений применялись удлинительные шланги в различном конструктивно-технологическом исполнении: с одним отверстием на конце (рис. 3) или несколькими отверстиями (немецкая фирма Lechler) – для большей эффективности по площади внесения.



а



б



в

Рис. 2. Опрыскиватель (а) с дефлекторными (б) и струйными (в) форсунками



а



б

Рис. 3. Подкормка опрыскивателем с удлинительными штангами (а), следы внесенного КАС (двукратно – за два прохода) в междурядья кукурузы (б)

Результаты исследований. Проведенные сравнительные полевые опыты дали возможность оценить влияние на урожайность исследуемых сельхозкультур как жидких минеральных удобрений на базе КАС в чистом виде – КАС-32 (N – 32%) в сравнении с твердыми минеральными удобрениями – аммиачной селитрой (рис. 4), так и эффективность жидких азотных удобрений в чистом виде КАС-32 в сравнении с азот-серосодержащими жидкими минеральными удобрениями КАС + S (N – 24-26%, S – до 4%), то есть определить влияние серы при добавлении ее в КАС в соотношении 1:6. Так жидкие минеральные удобрения на базе КАС по сравнению с твердыми в среднем повышают урожайность: твердой яровой пшеницы – на 30%, подсолнечника – на 16%, кукурузы – на 33%, сои – на 47%. В новом жидком минеральном удобрении КАС + S добавкой серы снижается доля азота относительно стандартного удобрения КАС-32 от 32 до 24-26%. В опытах на каждой культуре удобрения по азоту N вносились в равных эквивалентных нормах на 1 гектар, а сера – из расчета 5 кг/га. Данные нормы обеспечиваются как при разовом внесении полной нормы, так и при дробном внесении: за несколько внесений – проходов опрыскивателя (независимо от их количества), что обеспечивает установленный объем внесения удобрений, как и в варианте с твердыми удобрениями – разбрасывателем.

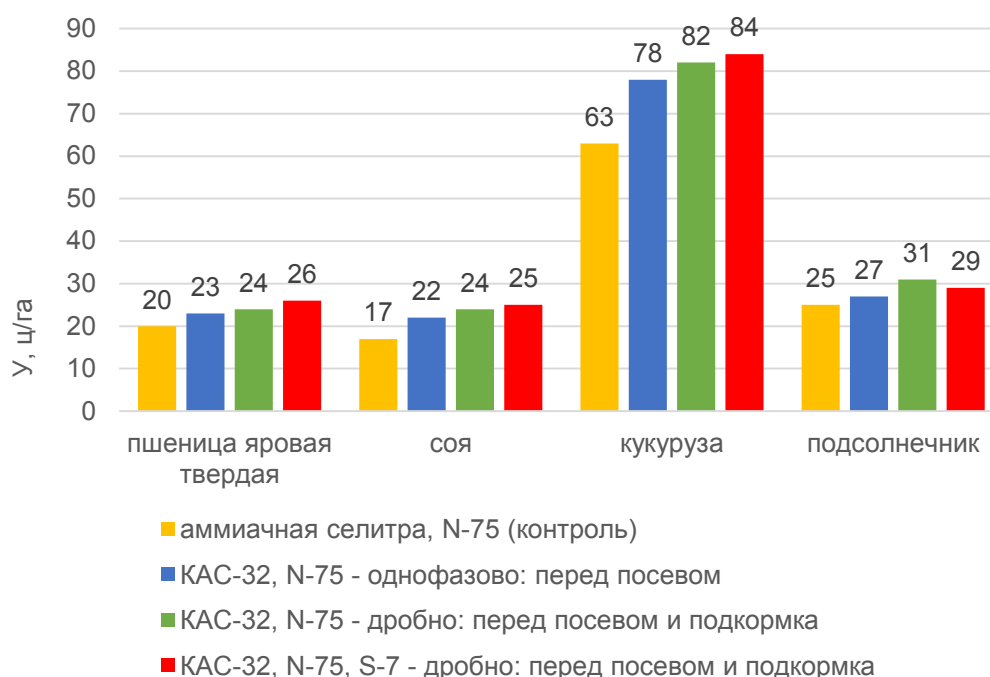


Рис. 4. Сравнительная (средняя за 2018-2020 гг.) урожайность (ц/га) яровой пшеницы, сои, кукурузы, подсолнечника при внесении жидких минеральных удобрений на базе КАС в сравнении с твердыми (аммиачная селитра)

Для повышения эффективности жидких минеральных удобрений в полевых исследованиях на озимой пшенице сорта Базис селекции Самарского НИИСХ применялся мультиинжектор ООО «Пегас-Агро» (рис. 5), что позволило получить существенную прибавку урожая (рис. 6). В междурядьях шириной 25 см и на расстоянии 13 см в рядке с помощью длинных игл с отверстиями на конце КАС вводится на нужную глубину (рис. 4) и под давлением впрыскивается в почву в корнеобитаемый слой, быстро усваивается азот нитратный и аммонийный и позже – азот амидный.

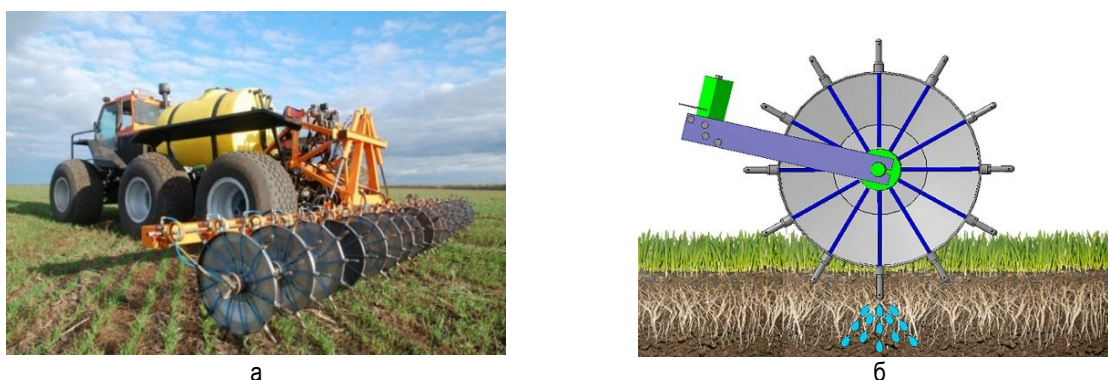


Рис. 5. Мультиинжектор ООО «Пегас-Агро»:
а – внешний вид; б – схема внесения КАС

В результате проведенных исследований с мультиинжектором ООО «Пегас-Агро» при внесении КАС на посевах озимой пшеницы в стадии кущения была получена значительно большая урожайность, чем в опытах с применением опрыскивателя с крупнокапельными дефлекторными и струйными форсунками (рис. 6).

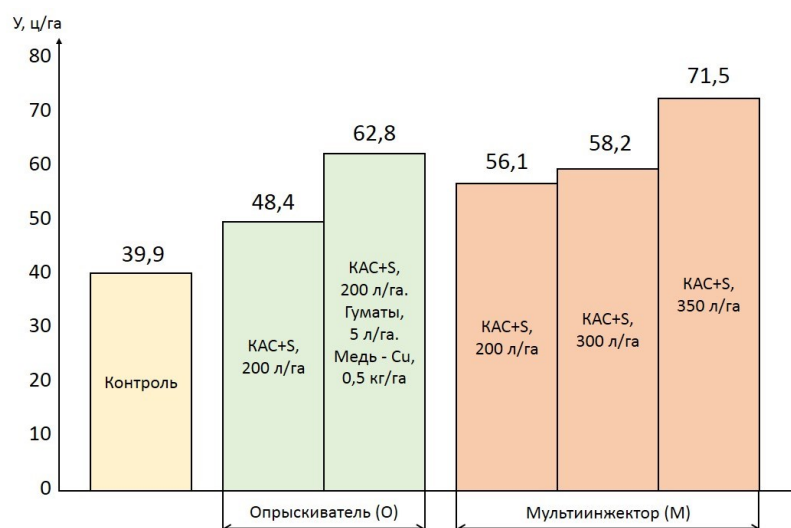


Рис. 6. Урожайность (ц/га) озимой пшеницы сорта Базис в зависимости от применения инновационных технологий внесения жидких азотных серосодержащих минеральных удобрений на базе КАС с микроэлементами (медь – Cu) и гуматом калия: поверхностно в фазу кущения – опрыскивателем (О) с крупнокапельными дефлекторными форсунками и внутрипочвенно – мультиинжектором (М) по сравнению с контролем (без удобрений)

Для внесения КАС одновременно с обработкой почвы и посевом АО «Евротехника» разработало, серийно выпускает и поставляет агропредприятиям инновационный агрегат FDC, состоящий из самой машины FDC 6000 и сельхозмашин – сеялок (CONDOR, EDX и DMC) (рис. 7), а также почвообрабатывающих агрегатов: культиватора Cenius, дисковых борон Catros и Certos и инъектора собственной конструкции компании «AMAZONEN-Werke».



Рис. 7. Агрегат FDC 6000 для оборудования технологических комплексов – сеялок различного типа и назначения компании «AMAZONEN-Werke» для одновременного внесения жидких минеральных удобрений при посеве

Агрегат FDC 6000 имеет различные возможности применения с сеялками АО «Евротехника», как для точного высева пропашных культур (подсолнечник, кукуруза, соя и т.п.) – EDX 9000-ТС, так и для зерна – высокопроизводительными сеялками для прямого, мульчирующего и традиционного

посевов – DMC 9000 и DMC 12000 и высокопроизводительными сеялками для прямого мульчирующего и традиционного посевов – Condor 12000 и Condor 15000 (рис. 8). Особенно эффективны последние сеялки при посеве озимых при недостаточной влажности почвы.



Рис. 8. Варианты агрегатирования FDC 6000 с зерновыми и пропашными сеялками АО «Евротехника»: пропашная сеялка точного высева EDX 9000-TC, зерновые сеялки для классических технологий и No-Till, Mini-Till: DMC 9000; DMC 12000; Condor 12000; Condor 15000

Для прямого и мульчированного посева на примере широко распространенной в России высокопроизводительной сеялки Primera DMC (рис. 8, 9) представляется система внесения жидких удобрений КАС одновременно с посевом через отдельно-комплектующее приспособление сзади долотовидного сошника с возможным также внесением твердых минеральных удобрений. При внесении жидких минеральных удобрений одновременно с высевом семян и возможным внесением твердых минеральных удобрений жидкие удобрения под давлением из универсального агрегата FDC 6000 по специальной гидротрассе подаются за долотовидные сошники и впрыскиваются в почву (рис. 8).



Рис. 9. Универсальный агрегат FDC 6000 с сеялкой Primera DMC 9000, оборудованной системой подачи жидких удобрений под анкерный сошник

При решении проблемы внесения жидких минеральных удобрений КАС одновременно с посевом компания «AMAZONEN-Werke» выбрала наиболее эффективную конструктивно-технологическую схему использования созданного и серийно изготавливаемого в России (г. Самара) на предприятии АО «Евротехника» агрегата FDC 6000 в комплектации с зерновыми и пропашными сеялками, выпускаемыми на предприятии АО «Евротехника», то есть машинно-тракторные посевные комплексы с универсальным агрегатом FDC 6000 для жидких удобрений и сеялками: пропашными (EDX 9000-ТС) и зерновыми (DMC 9000, DMC 12000, Condor 12000 и Condor 15000) с бункерами для семян и твердых минеральных удобрений. Эти машинно-тракторные посевные комплексы дают возможность обеспечить за один проход благоприятные условия для семян сельскохозяйственных культур, высеваемых с одновременным внесением как твердых, так и жидких минеральных удобрений, включающих различные основные макроэлементы – N, P, K, мезоэлемент серу – S и микроэлементы в твердой и жидкой формах, что естественным образом способствует интенсивному развитию сельскохозяйственных культур с получением продукции высокого качества и большей урожайности. Заправочные емкости агрегата FDC 6000 для технологических сред: для жидких минеральных удобрений имеют объем 6000 литров, сеялочный агрегат EDX 9000-ТС для пропашных культур имеет бункер для твердых минеральных удобрений объемом 800 литров и для семян – 5000 литров, зерновая сеялка DMC 9000 – соответственно, 1050 и 3150 литров, сеялка DMC 12000 – соответственно, 1500 и 4500 литров, сеялки Condor 12000 и Condor 15000 имеют одинаковые по вместимости для удобрений и семян – соответственно, 3000 и 5000 литров, что обеспечивает планирование высокой производительности агрегатов при минимальном количестве заливок и технологических остановок.

Разработанная номограмма (рис. 10) соотношения объемов емкостей для технологических сред – семена высеваемых культур, вносимые различного вида удобрения (жидкие, твердые) – при установленных нормах применения дают возможность обеспечивать эффективную логику при подготовке агрегатов к посеву при их заливке удобрениями и семенами, и планировать проведение посевных работ с возможно меньшими технологическими остановками при дозаливке агрегатов в процессе эксплуатации, то есть с максимально-возможной производительностью и выработкой машинно-тракторного агрегата [9].

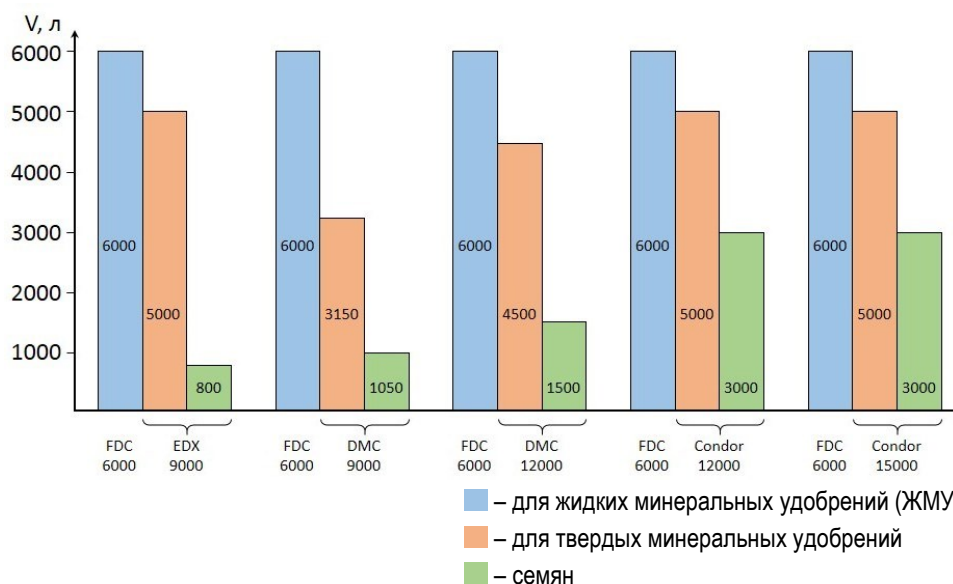


Рис. 10. Емкости бункеров в удобрительно-посевных комплексах FDC 6000 с сеялками EDX 9000-ТС, DMC 9000, DMC 12000, Condor 12000, Condor 15000

Заключение. Исследуемые в опытах технологии и технические средства обеспечивают возможность применения КАС различными способами: внутрипочвенно, в виде некорневых подкормок, поверхностно по вегетирующей части растений и комбинированно. Систематизированы существующие технологии и технические средства внесения жидких азотных удобрений на основе КАС;

проведены сравнительные испытания по оценке преимуществ стандартного жидкого азотного удобрения КАС-32 (32% – N) и инновационного – азот-серосодержащего – КАС + S (24-26% – N и около 4% – S); разработаны оптимальные способы внесения жидких азотных удобрений на основе КАС. Полученные положительные результаты исследований позволят агропредприятиям повысить урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур и их эффективность особенно в условиях недостаточного увлажнения с высокими атмосферными и почвенными температурами и при прогнозируемом глобальном потеплении.

Список источников

1. Wilson W., Shakya S., Dahl B. Dynamic changes in spatial competition for the nitrogen fertilizer industry in the United States. *Agricultural Systems*. 2015. Vol. 135. P. 10–19.
2. Милюткин В. А., Буксман В. Э. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 122–127.
3. Милюткин В. А., Длужевский Н. Г., Длужевский О. Н. Техничко-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования // АгроФорум. 2020. № 2. С. 47–51.
4. Милюткин В. А., Канаев М. А. Совершенствование технических средств для внесения удобрений // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей. Барнаул, 2016. С. 36–37.
5. Милюткин В. А., Буксман В. Э. Высокоэффективный агрегат для внутрпочвенного внесения удобрений ХТender с культиватором Ceniux-TX (Amazonen-Werke, АО «Евротехника») в технологиях NO-TILL, MINI-TILL и гребне-рядовых // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XIV Международной научной конференции. Брянск, 2017. С. 488–493.
6. Аристархов А. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 5. С. 39–47.
7. Лазарев В. И., Гаврилова Т. В. Эффективность применения препарата КАС-32 на посевах яровой пшеницы // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : сборник докладов Международной научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 56–60.
8. Аканов Э. Н., Визирская М. М., Аканова Н. И. Агроэкологическая оценка эффективности применения тиосульфата аммония в смеси с КАС-32 // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5. С. 4–7.
9. Милюткин В. А., Милюткин А. В., Беляев М. А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энерго-ресурсосберегающих технологиях // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 4. С. 73–74.
10. Айзинова И. М. проблемы продовольственной безопасности в сфере потребления: региональный аспект // Проблемы прогнозирования. 2015. № 6 (153). С. 124–135.
11. Милащенко Н. З., Самойлов Л. Н., Трушкин С. В. Проблемы интенсификации производства зерна пшеницы и их решение // Плодородие. 2018. № 2 (101). С. 21–25.
12. Самойлов Л. Н., Чернова Л. С., Трушкин С. В. Комплекс факторов, влияющих на производство и качество зерна пшеницы // Плодородие. 2018. № 6 (105). С. 12–16.
13. Шаповал О. А., Вознесенская Т. Ю. Влияние новых инновационных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Плодородие. 2020. № 6 (117). С. 6–10.
14. Потапов Д. В., Саниев Р. Н., Васин В. Г. Урожайность и масличность гибридов подсолнечника при применении удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Актуальные вопросы кормопроизводства. Состояние, проблемы, пути решения : сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвящённой памяти Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ельчаниновой Надежды Николаевны. Кинель, 2019. С. 167–171.
15. Васин В. Г., Бурунов А. Н., Кошелева И. К., Адамов А. А. Формирование урожая яровой пшеницы и кукурузы при применении удобрений и стимуляторов роста // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20, № 2-2 (82). С. 320–329.

References

1. Wilson, W., Shakya, S. & Dahl, B. (2015). Dynamic changes in spatial competition for the nitrogen fertilizer industry in the United States. *Agricultural Systems*, 135, 10–19.
2. Milyutkin, V. A. & Buksman, V. E. (2018). Engineering and agrochemical support for increasing the yield and quality of agricultural products by applying liquid chemical fertilizers. Resource-saving technologies and technical means for

the production of crop products and animal husbandry '18: *collection of articles of the IV International Scientific and Practical Conference*. (pp. 122–127). Penza (in Russ.).

3. Milyutkin, V. A., Dluzhevsky, N. G. & Dluzhevsky, O. N. (2020). Engineering and technological effect of liquid chemical fertilizers based on CAM-32, expediency and possibility of expanding its use. *AgroForum (AgroForum)*, 2, 47–51 (in Russ.).

4. Milyutkin, V. A. & Kanaev, M. A. (2016). Improvement of technical means for fertilizer use. *Agrarian science-agriculture '16: collection of articles*. (pp. 36–37). Barnaul (in Russ.).

5. Milyutkin, V. A. & Buksman, V. E. (2017). XTender Powerful unit for subsurface fertilizer supply with cultivator Cenius-TX (Amazonen-Werke, Eurotechnika) in technologies NO-TILL, MINI-TILL and spur garden. *Agri-environmental aspects of sustainable development of agro-industrial complex '17: proceedings of the XIV International Scientific Conference*. (pp. 488–493). Bryansk (in Russ.).

6. Aristarkhov, A. (2016). Sulfur in agricultural ecosystems of Russia: monitoring of content in soils and effectiveness of its application. *Mezhdunarodnyi seliskhozhiaistvennyi zhurnal (International Agricultural Journal)*, 5, 39–47 (in Russ.).

7. Lazarev, V. I. & Gavrilova, T. V. (2020). The effectiveness of use of CAM-32 fertilizer for spring wheat crops // Problems and prospects of scientific and innovative support of agro-industrial complex of regions: *collection of reports of the International scientific and practical conference*. (pp. 56–60). Kursk (in Russ.).

8. Akanov, E. N., Vizirskaya, M. M. & Akanova, N. I. (2019). Agroecological assessment of effectiveness of use of ammonium thiosulfate in a CAM-32 mixture. *Mezhdunarodnyi seliskhozhiaistvennyi zhurnal (International Agricultural Journal)*, 5, 4–7 (in Russ.).

9. Milyutkin, V. A., Milyutkin, A. V. & Belyaev M. A. (2011). Efficiency of discriminatory application of liquid chemical fertilizers by a combined multiple unit with energy and resource-saving technologies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi seliskhozhiaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 73–74 (in Russ.).

10. Aizinova, I. M. (2015). Problems of food safety at the consumption end: a regional aspect. *Problemy prognozirovaniya (Problems of forecasting)*, 6 (153), 124–135 (in Russ.).

11. Milashchenko, N. Z., Samoilov, L. N. & Trushkin, S. V. (2018). Problems of intensification of wheat grain production and their solution. Crop producing power. *Plodorodie (Plodorodie)*, 2 (101), 21–25 (in Russ.).

12. Samoilov, L. N., Chernova, L. S. & Trushkin, S. V. (2018). Complex of factors affecting the production and quality of wheat grain. Crop producing power *Plodorodie (Plodorodie)*, 6 (105), 12–16 (in Russ.).

13. Shapoval, O. A. & Voznesenskaya, T. Yu. (2020). Influence of new innovative fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain cultured on leached chernozem. *Plodorodie (Plodorodie)*, 6 (117), 6–10 (in Russ.).

14. Potapov, D. V., Saniev, R. N. & Vasin, V. G. (2019). Crop yield and oil content of sunflower trihybrid under applying fertilizers within the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Topical issues of fodder production. Status, problems, solutions '19: collection of scientific papers of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Nadezhda Nikolaevna Yelchaninova*. (pp. 167–171). Kinel (in Russ.).

15. Vasin, V. G., Burunov, A. N., Kosheleva, I. K. & Adamov, A. A. (2018). The formation of the harvest of spring wheat and corn with the use of fertilizers and growth stimulants. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk (Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences)*, 20, 2-2 (82), 320–329 (in Russ.).

Информация об авторах

В. А. Милюткин – доктор технических наук, профессор;

В. А. Иванов – аспирант;

А. В. Попов – аспирант.

Information about the authors

V. A. Milyutkin – Doctor of Technical Sciences, Professor;

V. A. Ivanov – postgraduate student;

A. V. Popov – 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 4.12.2021; одобрена после рецензирования 12.01.2022; принята к публикации 9.03.2022.

The article was submitted 4.12.2021; approved after reviewing 12.01.2022; accepted for publication 9.03.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 619.636.082

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_48

**МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДА ЛАКТАЦИИ**

Хамидулла Балтуханович Баймишев^{1✉}, Мурат Хамидуллович Баймишев², Сергей Петрович Еремин³

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

³Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

¹Baimishev_HB@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

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

³ereminsp@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5697-7687>

Цель исследований – обоснование морфо-биохимических показателей крови высокопродуктивных коров в зависимости от периода лактации. Исследования проводились на коровах голштинской породы с уровнем молочной продуктивности 8500 кг и более. Была сформирована одна группа коров-аналогов по возрасту, продуктивности, линейной принадлежности. Исследования показателей крови проводились в период пика лактации и в конце лактации. На основании проведенных исследований установлено, что уровень молочной продуктивности коров в зависимости от периода лактации оказывает влияние на показатели крови. В период пика лактации коров содержание в крови: эритроцитов – на $1,06 \cdot 10^{12}/л$, сегментоядерных нейтрофилов – на 3,80%, моноцитов – на 1,06%, палочкоядерных нейтрофилов – на 2,95%, гемоглобина – на 22,70 г/л, в сыворотке крови: кальция – на 0,16 ммоль/л, глюкозы – на 0,48 ммоль/л, общего белка – на 18,23 г/л больше, чем в конце лактации. В период менее интенсивного молокообразования и увеличения срока стельности в крови коров больше содержание тромбоцитов – на $24,49 \cdot 10^9/л$, базофилов – на 1,04%, неорганического фосфора – на 0,16%, по сравнению с периодом пика лактации. Соотношение альбумино-глобулинового коэффициента было больше порогового значения в период пика лактации на 0,24, а в конце лактации – на 0,45. Повышение альбумино-глобулинового коэффициента подтверждает снижение в сыворотке крови содержание кальция. Морфо-биохимические показатели крови коров с учетом периода лактации могут служить материалом для разработки алгоритма технологии кормления, содержания высокопродуктивных коров для предупреждения нарушений обмена веществ к концу лактации и коррекции в сухостойный период.

Ключевые слова: структура, белок, сыворотка, лактация, фракция, глюкоза, кальций.

Для цитирования: Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Еремин С. П. Морфо-биохимические показатели крови коров в зависимости от периода лактации // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 48–53. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_48

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**MORPHO-CHEMISTRY BLOOD VALUES OF A COW DEPENDING
ON LACTATION PERIOD**

Hamidulla B. Baymishev^{1✉}, Murat H. Baymishev², Sergey P. Eremin³

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

³Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

¹Baimishev_HB@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

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

³ereminsp@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5697-7687>

The purpose of the research is the morpho-chemistry blood value determination of high producing cows depending on the lactation period. The studies were carried out involving Holstein breed with a milk yield of 8500 kg or more. One group of cows-analogues was formed in regard to age, productivity and directional selection. Studies of blood chemical values were carried out during peak and end of lactation. Based on the conducted studies, it was found that milk productivity of cows, depending on the lactation period, affects blood values. During peak lactation of cows, the content of: erythrocytes by $1.06 \cdot 10^{12}/l$, segmented neutrophils – by 3.80%, monocytes – by 1.06%, stab neutrophils – by 2.95%, hemoglobin – by 22.70 g/l, and in the blood serum: calcium by 0.16 mmol/l, glucose – by 0.48 mmol/l, total protein – by 18.23 g/l more than at the end of lactation. During the period of less intensive milk production and an increase of pregnancy period the content of platelets in blood is higher by $24.49 \cdot 10^9/l$, basophils – by 1.04%, inorganic phosphorus – by 0.16% compared to the lactation peak period. The ratio of the albumin-globulin coefficient was higher than the threshold level during the period of peak lactation by 0.24, and at the end of lactation by 0.45. An increase of albumin-globulin coefficient confirms a decrease of calcium content in the blood serum. The morpho-chemical blood values of cows, taking into account the lactation period, can serve as base for developing of feeding technology, keeping high producing cows to prevent metabolic disorders by the end of lactation and correction during the dry period.

Key words: composition, protein, serum, lactation, fraction, glucose, calcium.

For citation: Baymishev, H. B., Baymishev, M. H. & Eremin, S. P. (2022). Morpho-chemistry blood values of a cow depending on lactation period. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 48–53 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_48

Одним из основных факторов, определяющим степень морфофункционального состояния организма животного, является морфологический и биохимический состав крови, который во многом определяет интенсивность обмена веществ [4, 5]. У животных в зависимости от возраста, физиологического состояния изменяются количественные и качественные показатели крови и функциональные свойства структурных элементов организма [3, 6]. В период беременности железосодержащий белок – гемоглобин – отличается повышенной способностью связывать кислород и отдавать его тканям. По мнению ряда авторов, кровь, как наиболее специализированная ткань организма, поддерживает постоянство внутренней среды, соматическое давление и pH буферных систем [2, 8]. На морфологическом составе крови отражаются все изменения, которые происходят в организме животного в период лактации и беременности, что во многом зависит от интенсивности обменных процессов и физиологического состояния организма [1, 9].

У высокопродуктивных коров этиологией рождения нежизнеспособного приплода после продолжительной лактации является нарушение обмена веществ, от чего также зависит физиологическое состояние животного, продуктивность и репродуктивная функция [7, 10].

Проявление нарушений метаболизма, влекущих за собой изменения функциональной деятельности всех систем организма, происходит из-за несоответствия рациона кормления высокопродуктивных коров с учетом срока беременности [9, 10]. Ряд авторов рассматривают патологию кислотно-щелочного равновесия и обмена веществ отдельно от нарушений функции размножения без учета уровня молочной продуктивности, периода лактации коров и технологии их содержания [6, 1]. Процесс молокообразования у коров оказывает влияние на показатели их физиологического состояния, что отражается в первую очередь на показателях крови [5, 10].

В связи с чем изучение показателей крови, характеризующих морфофункциональное состояние организма и обмена веществ у высокопродуктивных коров в зависимости от периода лактации, актуально.

Цель исследований – обоснование морфо-биохимических показателей крови высокопродуктивных коров с учетом периода лактации.

Задачи исследований – изучить морфологический состав крови коров исследуемых групп; определить влияние степени лактации на биохимические показатели крови коров исследуемых групп.

Материал и методы исследований. Материал исследований – коровы голштинской породы АО «Нива» Ставропольского района Самарской области. Из числа коров-аналогов по возрасту, продуктивности с учетом периода лактации была сформирована группа коров в количестве 20 голов

с уровнем молочной продуктивности по последней лактации 8500 кг и более. У одних и тех же животных (5 голов) исследуемой группы брали кровь для определения степени влияния интенсивности молокообразования на морфологический, биохимический состав крови в зависимости от периода лактации. Кровь брали из хвостовой вены, используя систему «Моновет».

Исследование морфологических показателей крови на содержание эритроцитов, лейкоцитов осуществляли на анализаторе PCE90 Vet. Исследование крови на содержание гемоглобина, кальция, глюкозы проводили на анализаторе OPTICCA. Содержание в крови фосфора, общего белка, альбуминов, глобулинов, ферментов АлАТ и АсАТ определяли на биохимическом фотометре с использованием тест-реактивов фирмы «Ива-Вектор-бест». Белковые фракции крови идентифицировали с использованием комплексного препарата «Астра». Полученные результаты исследований крови обрабатывались при помощи специальной программы «Астра-3,2». Исследования показателей крови определяли в гематологической лаборатории Самарского ГАУ и биохимической лаборатории Самарского ГМУ.

Полученный материал обработан биометрически. Цифровой материал экспериментальных данных обработан методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента, принятым в биологии и ветеринарии с применением программного комплекса Microsoft Excel 7.

Степень достоверности обработанных данных отражена соответствующими обозначениями: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Результаты исследований. Проведенными исследованиями крови лактирующих коров установлено, что значения морфологических и биохимических показателей имеют существенные отклонения в зависимости от периода лактации (табл. 1).

Содержание гемоглобина в крови коров в период пика лактации составило 122,80 г/л, что на 46,70 г/л больше, чем в конце лактации ($P < 0,01$). Количество эритроцитов в крови коров в конце лактации было на $1,06 \cdot 10^{12}$ г/л меньше, чем у коров в период пика лактации. Снижение в крови коров содержания гемоглобина и эритроцитов указывает на интенсивность окислительно-восстановительных процессов в их организме. Количество лейкоцитов в крови коров в период пика лактации превышает показатель в конце лактации на $5,12 \cdot 10^9$ г/л, что, по-видимому, связано с активной функцией молочной железы.

Анализ показателей лейкоцитов в крови коров в зависимости от периода лактации имеет свои особенности. Содержание базофилов в крови коров в конце лактации было на 1,04% больше, а количество эозинофилов – меньше на 1,96%.

Таблица 1

Морфологические показатели крови коров исследуемых групп

Показатель	Норма	Период	
		пик лактации	конец лактации
Гемоглобин, г/л	99,0-120,0	122,80±3,24**	100,10±2,04
Эритроциты, 10^{12} г/л	5,0-7,5	6,08±0,33*	5,02±0,32
Лейкоциты, 10^9 г/л	4,5-12,0	10,48±0,64***	5,36±0,74
Тромбоциты, 10^9 г/л	260,0-700,0	256,40±38,80	280,89±63,46
Лейкограмма, %			
Базофилы	0-2	2,00±0,12	3,04±0,10
Эозинофилы	5-8	7,01±0,36**	2,06±0,20
Нейтрофилы, в т.ч.:			
юные	0-1	2,46±0,26	1,80±0,10
палочкоядерные	2-5	5,80±0,15*	2,85±0,20
сегментоядерные	20-35	28,60±1,02*	24,80±0,97
Лимфоциты	40-65	46,93±1,47**	36,97±1,64
Моноциты	2-7	4,06±0,21*	3,02±0,22

Снижение количества базофилов в крови коров в конце лактации указывает на наличие аллергической реакции, что видимо, связано с беременностью и снижением показателей естественной резистентности организма животных и согласуется с мнением М. Х. Баймишева [2] о функции

рецепторов и реакции на воспалительные процессы. Содержание в крови коров нейтрофилов в зависимости от ее структуры и периода лактации у коров неодинаково. Количество юных и палочкоядерных нейтрофилов в крови коров в период пика лактации было больше на 1,26 и 2,95%, соответственно, чем в крови коров в конце лактации, что, по-видимому, связано с высокой молочной продуктивностью (30-40 кг молока), указывающей на напряженность обменных процессов и кроветворения. В период пика лактации у коров количество сегментоядерных нейтрофилов в крови было больше на 3,8%, что указывает на уровень иммунологического статуса организма коров в этот период.

Количество лимфоцитов и моноцитов в крови коров в период пика лактации было на 9,96 и 1,03%, соответственно, больше, чем в конце лактации.

Биохимические показатели сыворотки крови коров в основном характеризуют интенсивность обмена веществ. Содержание в сыворотке крови общего кальция, фосфора у коров в конце лактации составило 2,20 и 1,62 ммоль/л, что на 0,16 и 0,10 ммоль/л, соответственно, меньше, чем их содержание в крови коров в период пика лактации, что согласуется с мнением А. С. Ермишина [5] о том, что содержание общего кальция в сыворотке крови уменьшается одновременно со снижением уровня альбуминов (табл. 2).

Таблица 2

Биохимические показатели крови коров исследуемых групп

Показатель	Норма	Период	
		пик лактации	конец лактации
Общий кальций, ммоль/л	2,51	2,36±0,03*	2,20±0,02
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,48	1,52±0,04	1,68±0,03*
Са:Р	1,60-2,00	1,55±0,09	1,31±0,10
Щелочной резерв, об.%,СО ₂	50,0-62,0	48,75±0,18**	44,15±0,20
Каротин, мг%	0,40-1,00	0,48±0,07	0,34±0,09
Глюкоза, ммоль/л	2,20-3,30	2,62±0,14*	2,14±0,17
Общий белок г/л	60,0-85,0	76,41±2,10**	58,18±2,35
Белковые фракции г/л			
альбумины	30,0-50,0	42,25±1,15**	36,12±1,75
глобулины, в т.ч.:	36-42	34,16±1,82*	22,06±2,01
альбумино-глобулиновый коэффициент	0,83-1,19	1,23	1,63

Концентрация и соотношение в сыворотке крови кальция и неорганического фосфора у коров в период пика лактации было на 0,24 ммоль/л больше, чем в конце лактации. Кальций-фосфорное соотношение в период пика лактации и в конце лактации было ниже порогового уровня, что связано с интенсивностью обменных процессов, молокообразования и развитием плода в конце беременности.

Показатель щелочного резерва в сыворотке крови коров в период пика и конца лактации был ниже порогового уровня на 1,25 об.%,СО₂. Снижение показателя резервной щелочности указывает на сдвиг кислотно-щелочного равновесия в сторону ацидоза.

Уровень общего белка в сыворотке крови коров в конце лактации был на 18,23 г/л меньше, чем в начале лактации. Уровень альбуминов в сыворотке крови животных в период пика и конца лактации находился в пределах референсных значений. Содержание глобулинов в сыворотке крови во все периоды исследований оказалось меньше пороговых значений. Снижение в сыворотке крови коров глобулинов, по мнению А. С. Ермишина [5], указывает на уменьшение синтеза антител – иммуноглобулинов, обеспечивающих норму иммунного статуса организма животных.

Соотношение показателей альбуминов и глобулинов в сыворотке крови коров в период пика лактации составило 1,23, что на 0,24 больше порогового значения, а в конце лактации – 1,69, что на 0,45 больше порогового значения. Повышение альбумино-глобулинового коэффициента указывает на снижение в сыворотке крови коров содержания кальция и повышение концентрации аланинаминотрансферазы.

Закключение. Морфологические показатели крови коров по содержанию глобулинов, эритроцитов, лейкоцитов, эозинофилов, нейтрофилов, лимфоцитов, содержание базофилов, тромбоцитов были меньше, что указывает на морфофункциональное состояние животных, что подтверждается биохимическими показателями сыворотки крови в зависимости от периода лактации. В сыворотке

крови коров в период пика лактации содержание общего кальция, глюкозы, общего белка было больше, чем в конце лактации. У животных вне зависимости от периода лактации показатели, характеризующие обмен веществ, были ниже пороговых значений по содержанию кальция, каротина, глюкозы, глобулинов, что указывает на обеспечение животных рационом, повышающим их продуктивность, лактацию и сопровождается ростом, развитием плода более интенсивно во второй половине беременности.

Список источников

1. Альтергот В. В., Баймишев Х. Б. Технология эксплуатации импортных коров голштинской породы в условиях Самарской области // Известия Самарской ГСХА. 2011. Вып.1. С. 116–119.
2. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Репродуктивная функция коров и факторы ее определяющие : монография. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. 166 с.
3. Григорьев В. С., Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Морфо-биохимические и иммунологические градиенты крови коров при послеродовой патологии // Известия Самарской ГСХА. 2010. Вып. 1. С. 8–11.
4. Еремин С. П., Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б., Баймишева С. А. Гематологические показатели коров при использовании иммуномодулирующих препаратов // Известия Самарской ГСХА. 2019. №1. С. 89–94.
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. Ильин Р. Г., Баймишев Х. Б. Влияние продолжительности сухостоя и лактации на воспроизводительные качества коров // Известия Самарской ГСХА. 2010. Вып.1. С. 14–18.
7. Мешков И. В., Баймишев Х. Б. Морфо-биохимические показатели крови ее сыворотки при лечении эндометрита у коров с использованием препарата Метролек-О // Известия Самарской ГСХА. 2014. Вып.1. С. 15–18.
8. Перфилов А. А., Баймишев Х. Б. Репродуктивные качества коров в условиях интенсивной технологии производства молока // Известия Самарской ГСХА. 2006. №2. С. 10–11.
9. Ускова И. В., Баймишев Х. Б., Петухова Е. И. Кормовая добавка Оптиген в структуре рациона высокопродуктивных коров в период пика лактации // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, №32. С. 70–73.
10. Baimishev H. B., Baimishev M. H., Grigorev V. S., Hakimov I. N. Increase in reproductive ability of high-producing cows, and qualitative parameters of their offspring, under conditions of intensive milk production // Asian Pacific Journal of Reproduction. 2018. Т. 7, №4. С. 167–171.

References

1. Altergot, V. V. & Baimishev, H. B. (2011). Monitoring of producing ability of cows of the Holstein breed in conditions of the Samara region. *Izvestiia Samarskoigосudarstvennoiselskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 116–119. (in Russ.).
2. Baimishev, M. Kh. & Baimishev, H. B. (2016). *Reproducing function of cows and its determining factors*. Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
3. Grigoriev, V. S., Baimishev, M. Kh. & Baimishev, H. B. (2010). Morpho-chemical and immunological values of cow blood in postpartum pathology. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 8–11 (in Russ.).
4. Eremine, S. P., Baimishev, M. Kh., Baimishev, H. B. & Baimisheva, S. A. (2019). Haematologic values of cows when using immunomodulatory drugs. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 89–94. (in Russ.).
5. Ermishin, A. S. & Timakov, A. V. (2015). Biochemical values of adaptation of cows of different breeds to the conditions of the Yaroslavl region. *Vestnik APK Verhnevolzhii (Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region)*, 4 (32), 29–39 (in Russ.).
6. Ilyin, R. G. & Baimishev, H. B. (2010). Influence of dry period and lactation duration on the reproducing qualities of cows. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 14–18 (in Russ.).
7. Meshkov, I. V. & Baimishev, H. B. (2014). Morpho-chemical serum values during endometritis treatment of cows using Metrolek-O. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 15–18 (in Russ.).
8. Perfilov, A. A. & Baimishev, H. B. (2006). Reproductive qualities of cows under conditions of intensive milk production process. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 10–11 (in Russ.).
9. Uskova, I. V., Baimishev, H. B. & Petukhova E. I. (2018). Optigen agent in the diet mixture of highly producing cows during the period of peak lactation. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 32, 32, 70–73 (in Russ.).

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

Информация об авторах

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

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

С. П. Еремин – доктор ветеринарных наук, профессор.

Information about the authors

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

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

S. P. Eremin – 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 16.12.2021; одобрена после рецензирования 11.02.2022; принята к публикации 9.03.2022.

The article was submitted 16.12.2021; approved after reviewing 11.02.2022; accepted for publication 9.03.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 591.466

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_54

**МОРФО-ЭХОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ МАТКИ
У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Наталья Анатольевна Слесаренко^{1✉}, Елена Олеговна Широкова², Анна Павловна Белякова³

^{1, 2, 3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹slesarenko2009@yandex.ru✉

²shirokova.alenavet@yandex.ru

³a_p_belyakova@mail.ru

Цель исследований – разработка нормативных морфо-эхографических показателей матки коров черно-пестрой голштинизированной породы. В доступной литературе недостаточно сведений по комплексному подходу к оценке морфофункционального состояния матки коров. Не установлены макро- и микроморфометрические показатели матки с учетом породных особенностей животных, а также ее нормативные структурные эхографические характеристики с целью выявления патологий органа. Одной из важнейших задач клинической морфологии и ветеринарной медицины является изыскание высокоэффективных, высокоточных путей установления параметров структурно-функциональных показателей состояния матки. Исследования выполнены в 2021-2022 гг. на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, а также в ЗАО племязавод «Повадино». Научно-производственную часть эксперимента осуществляли методом подбора группы-аналогов по общепринятым методикам. Представлены результаты морфометрических, микроморфологических и эхографических исследований матки коровы черно-пестрой голштинизированной породы. Для проведения эксперимента была сформирована группа клинически здоровых животных (n=20). Для проведения линейной морфометрии и гистологических исследований был отобран аутопсийный материал от здоровых животных (n=10). В работе использован комплексный методический подход – клиническое обследование животных, тонкое анатомическое препарирование, макроскопическая морфометрия, световая микроскопия гистологических срезов стенки матки, ультразвуковое исследование с использованием сканера Easi-Scan:Go и статистический анализ полученных цифровых данных. На основании проведенных исследований установлены нормативные морфометрические и микроморфологические параметры матки коровы черно-пестрой голштинизированной породы. Представлены ультразвуковые характеристики матки крупного рогатого скота, которые могут являться базовыми в оценке морфофункционального статуса органа.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, матка, морфометрия, эхография, ультразвуковая диагностика.

Для цитирования: Слесаренко Н. А., Широкова Е. О., Белякова А. П. Морфо-эхографические показатели состояния матки у крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 54–60. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_54

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

MORPHO-SONOGRAPHIC INDICANTS OF A CATTLE DAM

Natalya A. Slesarenko^{1✉}, Elena O. Shirokova², Anna P. Belyakova³

^{1, 2, 3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin, Moscow, Russia

¹slesarenko2009@yandex.ru

²shirokova.alenavet@yandex.ru

³a_p_belyakova@mail.ru

The purpose of the research is to develop healthy morpho-sonographic indicators of a cattle dam of a black-and-white Holstein breed. There is insufficient information in the available literature on a comprehensive approach to assessing the morpho-functional state of a cow dam. Macro- and micromorphometric parameters of a dam have not been established, taking into account the breed characteristics of animals, as well as its healthy sonographic features in order to identify organ pathologies. One of the most important tasks of clinical morphology and veterinary medicine is to find highly effective, precise ways to establish the parameters of structural-functional indicators of a cattle dam. The research was carried out in 2021-2022 on the basis of the Department of Anatomy and Histology of Animals named after Professor A. F. Klimov of the Moscow State Medical University named after K. I. Scriabin, including the Povadino Breeding Plant. The scientific and production part of the experiment was carried out by selecting a group of analogues according to generally accepted methods. The results of morphometric, micromorphological and sonographic studies of the dam of a black-and-white Holstein cow were presented. A group of clinically healthy animals (n=20) was formed to conduct the experiment. Autopsy material from healthy animals (n=10) was chosen for linear morphometry and histological studies. The research was based on a comprehensive methodological approach – clinical examination of animals, careful anatomical dissection, macroscopical morphometry, light microscopy of histological sections of the uterine wall, ultrasound investigation using the Easi-Scan: Go and statistical analysis of obtained digital data. On the basis of the conducted studies, healthy morphometric and micromorphological parameters of a cow dam of a black-and-white Holstein breed were established. Ultrasound characteristics of a cattle dam were presented, which can be basic in assessing the morpho-functional status of an organ.

Key words: cattle, dam, morphometry, sonography, ultrasound diagnostics.

For citation: Slesarenko, N. A., Shirokova, E. O. & Belyakova, A. P. (2022). Morpho-sonographic indicants of a cattle dam. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 54–60 (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_54

В настоящее время в животноводческих хозяйствах у животных неуклонно растет количество акушерско-гинекологических патологий, которые наносят существенный экономический ущерб. Среди них ведущее место занимают эндометриты [2, 6, 16, 15]. В доступной литературе приводятся данные по морфологии матки и недостаточно сведений по комплексному подходу к оценке морфофункционального состояния матки у коров. Так, не установлены макро- и микроморфометрические показатели матки с учетом породных особенностей животных, а также ее нормативные структурные эхографические характеристики с целью выявления патологий органа [1, 3-7, 8, 9]. В этой связи изыскание высокоэффективных, высокоточных путей установления параметров структурно-функциональных показателей состояния матки является одной из важнейших задач клинической морфологии и ветеринарной медицины [10-14].

Цель исследований – разработка нормативных морфо-эхографических показателей матки коров черно-пестрой голштинизированной породы.

Задачи исследований – изучить морфометрические и микроморфологические показатели матки коров черно-пестрой голштинизированной породы; определить нормативные эхографические характеристики матки крупного рогатого скота; установить анатомо-эхографические корреляции матки коровы; оценить объективность ультразвукового метода исследования на основании морфометрических параметров

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в 2021-2022 гг. на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, а также в ЗАО племязавод «Повадино». Научно-производственную часть эксперимента осуществляли методом подбора группы-аналогов по общепринятым методикам. Объект исследований – коровы черно-пестрой голштинизированной породы репродуктивного возраста. На основании клинического обследования сформирована группа коров (n=20), которая включала в себя клинически здоровых животных с учетом их половозрелости. В ходе планового хозяйственного убоя для проведения морфометрических и гистологических исследований был отобран секционный материал от 10 здоровых животных. Использовали комплексный методический подход, включающий клиническое обследование животных, тонкое анатомическое препарирование, макроскопическую морфометрию, световую микроскопию гистологических срезов стенки матки, ультразвуковое исследование с использованием сканера Easi-Scan: Go и статистический анализ полученных цифровых

данных. Распределение экспериментального материала по группам, его характеристика и объем проведенных исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Группа животных	Методы исследования					Всего животных
	анатомическое препарирование	макро-морфометрия	гистологическое исследование	ультразвуковое исследование	клиническое исследование	
Коровы черно-пестрой голштинизированной породы	10	10	10	20	20	70

Результаты исследований. С помощью метода тонкого анатомического препарирования установлены морфометрические показатели матки здоровых коров черно-пестрой голштинизированной породы репродуктивного возраста. Так, шейка матки представляет собой толстостенную, четко отграниченную часть органа, вдающуюся на 2-3 сантиметра в полость влагалища, что обусловлено мощным развитием мышечного слоя. Ее длина составляет в среднем $10,2 \pm 1,0$ см и диаметр $3,1 \pm 0,2$ см. Внутренний слой канала шейки матки имеет складчатое строение, что обусловлено наличием поперечных и множества продольных складок (рис. 1, 2).

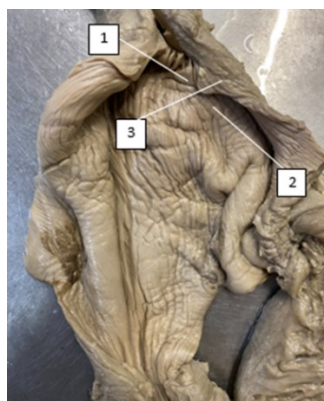


Рис. 1. Макроморфология матки коровы (влагалищная порция шейки):
1 – поперечная складка; 2, 3 – продольные складки

Тело матки короткое, уступает по абсолютным линейным параметрам ее шейке, его длина составляет в среднем $2,8 \pm 0,4$ см, отходящие рога имеют максимальную длину $29,6 \pm 1,6$ см и диаметр их просвета в среднем составляет $2,0 \pm 0,1$ см. Рога срастаются на протяжении 7-10 см, о чем свидетельствует ярко выраженная разделительная борозда.

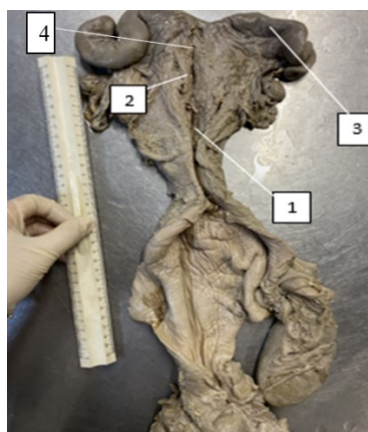


Рис. 2. Макроморфология матки коровы (оригинальный макропрепарат):
1 – шейка матки; 2 – тело матки; 3 – рог матки; 4 – разделительная борозда

На основании проведенных морфометрических исследований матки коровы (n=10) и статистического анализа полученных цифровых данных установлено, что длина шейки матки по отношению к общей длине органа составляет 23,9%, длина тела 6,2%, длина рога 69,4%, соответственно (рис. 3).

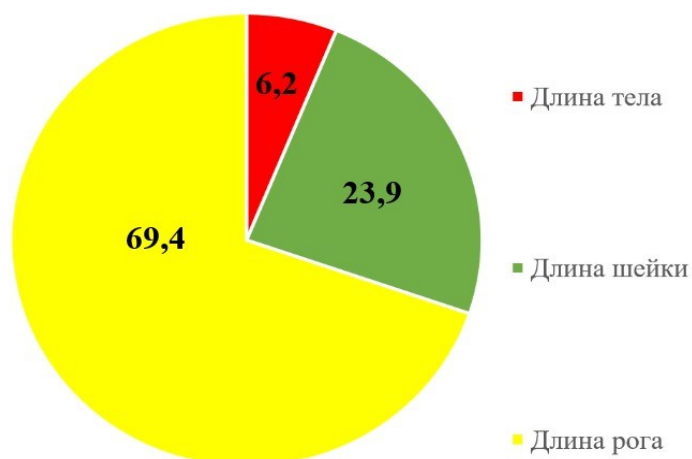


Рис. 3. Процентное соотношение различных отделов матки коровы к ее длине

В результате проведенных микроморфологических исследований образцов, отобранных из шейки, тела и рога матки, установлено, что слизистая оболочка (эндометрий) выстлана однослойным цилиндрическим эпителием, на ее поверхности выявлены продольные прерывистые складчатые структуры. Слизистая оболочка характеризуется равномерной толщиной. В ее состав входят мерцательные и секреторные клетки, в толще слизистой хорошо развиты и равномерно распределены маточные железы. Основная пластинка представлена рыхлой соединительной и ретикулярной тканями с незначительным присутствием гладких миоцитов. В соединительной ткани субэпителиальной зоны обнаружено обилие клеточных элементов. В отдельных срезах обнаружены фрагменты карункула с умеренным количеством сосудов (рис. 4).

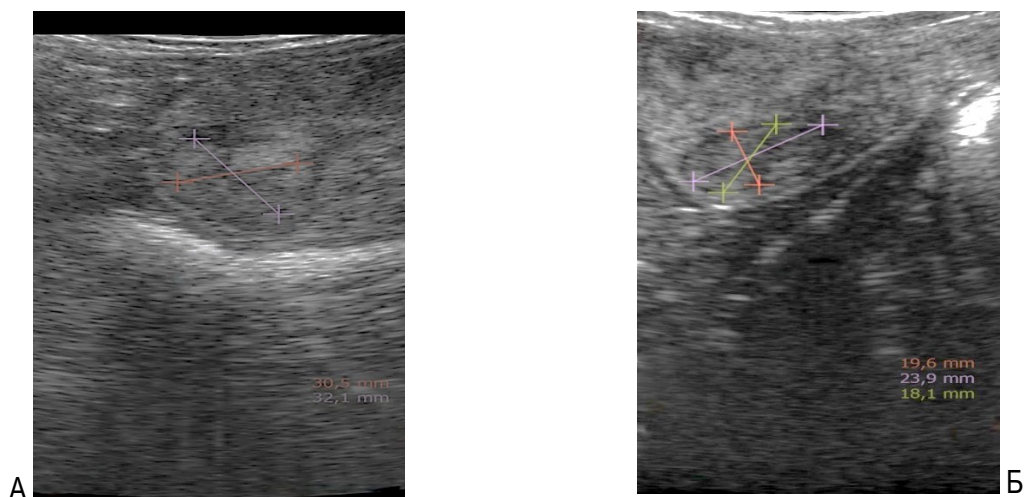


Рис. 4. Эхографическая картина внутренних половых органов:
А – шейки матки коровы (диаметр шейки матки); Б – рога матки коровы (диаметр рога матки)

Мышечная оболочка (миометрий) дифференцирована на три слоя гладких миоцитов, из них внутренний слой – циркулярный, средний слой – косой и наружный – продольный. По толщине она превосходит остальные оболочки матки. Серозная оболочка (периметрий) состоит из рыхлой соединительной ткани и мезотелия.

При сравнительной оценке нормативных морфометрических и ультразвуковых параметров матки были сопоставлены средние морфометрические данные, полученные на аутопсийном материале, и эхографические параметры (табл. 2). На основании анализа полученных данных установлены следующие закономерности: соотношение эхографических и морфометрических параметров диаметра шейки и рога матки совпало у 86,6% исследуемых животных.

Таблица 2

Средние нормативные морфометрические и эхографические параметры матки коровы

Показатель	Поперечный диаметр шейки, см	Диаметр средней части рога, см
Морфометрические данные	3,1±0,2	2,0±0,1
Эхографические данные	3,1±0,5	1,9±0,2

При сопоставлении гистологической и ультразвуковой картины выявлена общая закономерность подразделения стенки матки на 3 слоя: эндометрий, миометрий и периметрий.

Заключение. Установлены нормативные морфометрические и микроморфологические параметры матки коровы черно-пестрой голштинизированной породы. Установлены ультразвуковые характеристики матки крупного рогатого скота, которые могут являться базовыми в оценке морфофункционального статуса органа. Сравнительный анализ морфометрических и эхографических корреляций матки животных свидетельствует об их соответствии в 86,6% случаев.

Проведенные ультразвуковые исследования матки коровы позволили установить морфо-эхографические корреляции органа, являющиеся нормативными для оценки ее состояния у крупного рогатого скота.

Список источников

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. М. : Медицина. 1990.
2. Баймишев Х. Б. Макро- , микроструктура маточных труб матки у телок в постнатальном онтогенезе и в зависимости от дозы движения // Иппология и ветеринария. 2011. №1. С. 64–68.
3. Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Пристяжнюк О. Н., Борисов С. С. Структурные показатели крови коров при эндометрите // Актуальные проблемы и вопросы ветеринарной медицины и биотехнологии в современных условиях развития : Материалы региональной научно-практической межведомственной конференции. Самара, 2016. С. 9–13.
4. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б., Пристяжнюк О. Н. Возрастная морфология и интенсивность роста яичника и маточных труб у телок черно-пестрой породы // Успехи современной науки. 2017. №4, Т.9. С. 21–24.
5. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Морфогенез герминативных органов телок черно-пестрой породы // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России : Материалы Всероссийской научно-методической конференции посвященной 100-летию академика Д.К. Беляева. Иваново. 2017. Т. 2. С. 122–127.
6. Баймишев М. Х., Григорьев В. С. Эффективность адаптогенов при патологии послеродового периода у коров // Ветеринария. 2010. № 6. С. 39–42.
7. Гребенькова Н. В., Сковородин Е. Н. Морфология матки и яичников крупного рогатого скота в онтогенезе : монография. Уфа, 2011.
8. Гребенькова Н. В., Сковородин Е. Н. Рост матки крупного рогатого скота в онтогенезе // Актуальные проблемы физиологии и патологии размножения животных : Материалы Республиканской научно-производственной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора И. Ф. Заянчковского. Уфа. 2007. С. 19–21.
9. Гребенькова Н. В. Возрастная и патологическая морфология матки крупного рогатого скота : ...автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Уфа, 2013.
10. Дюльгер Г. П., Седлецкая Е. С. Частота распространения, факторы риска, ультразвуковая диагностика и исходы многоплодной беременности у коров // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2012. № 2. С. 43–46.
11. Жаров А. В., Панков Б. Г. Ранняя клиническая и цитологическая диагностика послеродовых заболеваний у коров // Актуальные проблемы охраны здоровья животных : II Международная научно-практическая конференция. 2004. С. 316–323.
12. Животягина Е. В. Цитология вагинальной слизи при прогнозировании и диагностике послеродовых осложнений у коров : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. Екатеринбург, 2006.

13. Кузнецова Д. А., Лободин К. А., Лукина В. А. Применение ультразвукового исследования в диагностике воспалительных процессов матки у коров // Вестник Приднестровского университета. 2018. № 2 (59). С. 24–29.
14. Коржевский Д. Э., Гиляров А. В. Основы гистологической техники. СПб. : СпецЛит, 2010.
15. Логвинов Д. Д. Ветеринарное акушерство и гинекология. Киев : Урожай, 1964.
16. Титова В. А., Насибов Ф. Н., Хилькевич С. Н., Байтлесов Е. У. Влияние лазеропунктуры на иммунологический статус коров при эндометрите // Ветеринария. 2006. №4. С. 33–37.

References

1. Avtandilov, G. G. (1990). *Medical morphometry*. Moscow: Medicine (in Russ.).
2. Baymishev, Kh. B. (2011). Macro-, micro-state of uterine tubes of heifers in postnatal ontogenesis and depending on the physical movement. *Ippologiya i veterinariya (Hippology and veterinary)*, 1, 65–68 (in Russ.).
3. Baimishev, Kh. B., Baimishev M. Kh., Pristiyazhnyuk O. N. & Borisov S. S. (2016). Composition indicators of blood of cows with endometritis. Actual problems and issues of veterinary medicine and biotechnology in modern conditions of development '16: *Materials of the regional scientific and practical interdepartmental conference*. (pp. 9–13). Samara (in Russ.).
4. Baimishev, M. Kh., Baimishev, Kh. B. & Pristiyazhnyuk, O. N. (2017). Age specific morphology and intensity of growth of ovary and uterine tubes of black-and-white heifers breed. *Uspekhi sovremennoj nauki (Successes of modern science)*, 4, 9, 21–24 (in Russ.).
5. Baimishev, M. Kh. & Baimishev, Kh. B. (2017). Morphogenesis of germinative organs of Black-and-White heifers. Agrarian science in the conditions of modernization and innovative development of agroindustrial complex of Russia '17: *Materials of the All-Russian scientific and methodological conference dedicated to the 100th anniversary of Academician D. K. Belyaev*. (pp. 122–127). Ivanovo (in Russ.).
6. Baimishev, M. Kh. & Grigoriev, V. S. (2010). The effectiveness of adaptogens in the pathology of the postpartum period of cows. *Veterinariya (Veterinaria)*, 6, 39–42 (in Russ.).
7. Grebenkova, N. V. & Skovorodin, E. N. (2011). *Morphology of dam and ovaries of a cattle in ontogeny*. Ufa (in Russ.).
8. Grebenkova, N. V. & Skovorodin, E. N. (2007). The growth of a cattle dam in ontogenesis // Actual problems of physiology and pathology of animal reproduction '07: *Proceedings of the Republican scientific and industrial conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor I. F. Zayanchkovsky*. (pp. 19–21). Ufa (in Russ.).
9. Grebenkova, N. V. (2013). Age specific and morbid anatomy of a cattle dam. *Extended abstract of doctor's thesis*. Ufa (in Russ.).
10. Dyulger, G. P. & Sedletskaia, E. S. (2012). Frequency of occurrence, risk factors, ultrasonic diagnosis and termination of plural gestation of cows. *Voprosi normativno-pravovogo regulirovaniia v veterinarii (Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine)*, 2, 43–46 (in Russ.).
11. Zharov, A. V. & Pankov, B. G. (2004). Early clinic and cytologic diagnosis of post-parturient diseases of a cattle. Actual problems of animal health '04: *II International scientific and practical conference*. (pp. 316–323) (in Russ.).
12. Zhivotyagina, E. V. (2006). Cytology of vaginal mucus, prediction and diagnostics of post-parturient complication of a cattle. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ekaterinburg (in Russ.).
13. Kuznetsova, D. A., Lobodin, K. A. & Lukina, V. A. (2018). Ultrasound investigation during the diagnosis of inflammation of a cattle dam. *Vestnik Pridnestrovskogo universiteta (Bulletin of the Pridnestrovian University)*, 2 (59), 24–29 (in Russ.).
14. Korzhevsky, D. E. & Gilyarov, A. V. (2010). *Basis of tissular technic*. St. Petersburg: SpecLit (in Russ.).
15. Logvinov, D. D. (1964). *Veterinary obstetrics and gynecology*. Kiev: Urozhaj (in Russ.).
16. Titova, V. A., Nasibov, F. N., Khilkevich, S. N. & Baitlesov, E. U. (2006). Influence of laserpuncture on the immunity status of a cattle during endometritis. *Veterinariya (Veterinaria)*, 4, 33–37 (in Russ.).

Информация об авторах

Н. А. Слесаренко – доктор биологических наук, профессор;
 Е. О. Широкова – кандидат биологических наук, профессор;
 А. П. Белякова – ассистент.

Information about the authors

N. A. Slesarenko – Doctor of Biological Sciences, Professor;
 E. O. Shirokova – candidate of biological sciences, professor;
 A. P. Belyakova – assistant.

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

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

Статья поступила в редакцию 6.12.2021; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 28.02.2022.

The article was submitted 6.12.2021; approved after reviewing 21.02.2022; accepted for publication 28.02.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 619.636

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_61

КОРРЕКЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У КОРОВ ПЕРЕД ОТЕЛОМ

**Хамидулла Балтуханович Баймишев^{1✉}, Мурат Хамидуллович Баймишев², Сергей Петрович Еремин³,
Светлана Александровна Баймишева⁴**

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

³Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

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

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

³ereminsp@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5697-7687>

⁴kitaewa.s@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1271-0627>

Цель исследований – разработка алгоритма использования препарата органического происхождения на основе муравьиного альдегида для коррекции обмена веществ коров перед родами. Для проведения исследований из числа стельных коров за 40-45 дней до отела с использованием принципа аналогичности было сформировано 2 группы коров по 10 голов в каждой (контрольная и опытная). Коровам опытной группы за 40-45 дней до отела вводили внутримышечно препарат на основе муравьиного альдегида в дозе 6,0 мл трехкратно с интервалом в 7 дней. Животным контрольной группы препарат не вводили. В период исследований все животные экспериментальных групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. На основании проведенных исследований установлено, что введение препарата на основе муравьиного альдегида в дозе 6,0 мл внутримышечно, трехкратно с интервалом в 7 дней за 40-45 дней до родов способствует повышению за 20-21 день до отела содержания в сыворотке крови общего кальция на 0,51 ммоль/л, глюкозы – на 0,77 ммоль/л, общего белка – на 5,91 г/л, в том числе, альфа-глобулинов – на 2,07% при снижении бета-глобулинов на 1,67%. Содержание ферментов аминотрансферазы АЛат и АСаТ в крови коров опытной группы по сравнению с контролем было меньше, соответственно, на 17,94 и 21,58 ед./л. Использование препарата на основе муравьиного альдегида внутримышечно в дозе 6,0 мл трехкратно с интервалом в 7 дней за 20-24 дня до родов обеспечивает достоверное улучшение показателей крови животных, характеризующих состояние метаболизма и снижает градиенты ферментов аминотрансферазы до порогового уровня.

Ключевые слова: метаболизм, сыворотка, кровь, глюкоза, белок, ферменты.

Для цитирования: Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Еремин С. П., Баймишева С. А. Коррекция обмена веществ у коров перед отелом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 61–66. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_61

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

CORRECTION OF COW METABOLISM BEFORE CALVING

Hamidulla B. Baymishev^{1✉}, Murat H. Baymishev², Sergey P. Eremin³, Svetlana A. Baymisheva⁴

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

³Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

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

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

³ereminsp@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5697-7687>

⁴kitaewa.s@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1271-0627>

The purpose of the research is an algorithm design for the use of an organic origin based on formic aldehyde for the correction of cow metabolism before calving. To conduct research, 2 groups of cows, 10 heads each (control and experimental), were formed from the number of pregnant cows 40-45 days before calving using the principle of similarity. Cows of the experimental group 40-45 days before calving were injected intramuscularly with a preparation based on formic aldehyde at a dose of 6.0 ml three times with an interval of 7 days. The drug was not administered to the control group of animals. During the study period, all animals of the experimental groups were in the same conditions of feeding and keeping. On the basis of the conducted studies, it was found that the introduction of a drug based on formic aldehyde at a dose of 6.0 ml intramuscularly, three times with an interval of 7 days 40-45 days before delivery, contributes to an increase in blood serum close to 20-21 days before calving total calcium by 0.51 mmol/l, glucose – by 0.77 mmol/l, total protein – by 5.91 g/l, incl. alpha globulins – by 2.07% with a decrease in beta globulins by 1.67%. The blood content of enzymes of aminotransferase ALaT and ASAT in the blood of cows from experimental group compared with the control was 17.94 and 21.58 units/l, respectively, less. The use of a preparation based on formic aldehyde intramuscularly at a dose of 6.0 ml three times with an interval of 7 days 20-24 days before delivery provides a significant improvement of blood parameters of animals that influence metabolism and reduces aminotransferase enzymes to a threshold level.

Key words: metabolism, serum, blood, glucose, protein, enzymes.

For citation: Baymishev, H. B., Baymishev, M. H., Eremin, S. P. & Baymisheva, S. A. (2022). Correction of cow metabolism before calving. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 61–66 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_61

Совершенствование племенных и продуктивных качеств высокопродуктивных коров, интенсификация молочного скотоводства и перевод его на промышленную основу приводят к повышению физиологических нагрузок на организм животных, сопровождающихся снижением адаптационных возможностей и иммунологической реактивности организма, а также широким распространением акушерско-гинекологических заболеваний [1, 2, 8]. Основными факторами, предрасполагающими к возникновению послеродовых заболеваний, являются: метаболизм организма матери, общий и локальный иммунитет и характер микрофлоры, проникающий в родовые пути [3, 4, 5, 10].

Распространенность акушерско-гинекологической патологии в родовой и послеродовой период у высокопродуктивных коров является локальным проявлением окислительных метаболических нарушений [1, 3]. Организм, особенно коров с уровнем молочной продуктивности 8000 кг и более, перед отелом находится в состоянии высокого морфофункционального напряжения, которое сопровождается изменением буферных систем, минерального состава клеточных структур и плазмы крови, что приводит к снижению защитно-компенсаторного механизма, естественной резистентности организма и проявлению впоследствии родовой и послеродовой патологии [2, 6, 8].

В настоящее время в ветеринарной практике все чаще для профилактики и лечения родовой и послеродовой патологий применяют неспецифические стимулирующие препараты – иммуностропные, тканевые, пробиотические и другие биологические активные вещества, повышающие общий тонус и защитные свойства организма животного [1, 4].

По данным ряда исследователей продолжительная лактация, высокая продуктивность коров, интенсивность роста плода способствуют нарушению метаболизма в их организме, что отрицательно влияет на течение родовой и послеродовой периода и снижает уровень их молочной продуктивности [3, 5, 10].

В связи с чем коррекция обмена веществ перед родами с использованием препаратов органического происхождения, не оказывающего негативного действия на организм коров, актуальна.

Цель исследований – разработка алгоритма использования препарата органического происхождения на основе муравьиного альдегида для коррекции обмена веществ коров перед родами.

Задачи исследований – изучить биохимические, иммунобиологические, ферментативные показатели крови коров за 40-45 дней до родов; провести сравнительную оценку показателей крови, характеризующих обмен веществ после окончания инъекции препарата; определить характер течения родов у коров исследуемых групп.

Материал и методы исследований. Материал исследований – коровы голштинской породы 2-3 лактации после запуска. Для проведения исследований было сформировано 2 группы животных по 10 голов в каждой (контрольная и опытная).

Для коррекции метаболизма коров перед родами использовали средство для повышения репродуктивной функции (препарат) [7].

Средство (препарат) содержит в виде активного начала водный раствор муравьиного альдегида 36,5-37,5% концентрации, в качестве целевой добавки – изотонический раствор натрия хлорида – бесцветная жидкость без запаха. Препарат обладает свойствами стимулировать жизненно важные функции организма за счет способности модифицировать (метилировать и деметилировать) как нуклеотиды, так и аминокислоты. Муравьиный альдегид в клетках всех органов повышает метаболизм. Препарат применяли согласно временному наставлению и патентной рекомендации. Препарат вводили коровам подопытной группы на 2 день после запуска внутримышечно с интервалом в 7 дней трехкратно в дозе 6,0 мл. Животным контрольной группы препарат не вводили. В период эксперимента все животные исследуемых групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Для определения показателей крови перед началом исследований у животных брали кровь с использованием системы «Моновет». С целью определения эффективности препарата для коррекции обмена веществ и сравнительной оценки показателей крови животных контрольной и опытной групп кровь брали по окончании введения препарата через 5 дней (на 21-22 день после запуска).

Биохимические, иммунобиологические и ферментативные показатели крови определяли в гематологической лаборатории Самарского ГАУ и в лаборатории биохимии и иммунологии Самарского ГМУ.

Репродуктивную функцию животных изучали по характеру течения родов.

Цифровой материал обработан методом биометрической, вариационной статистики для определения достоверности разницы сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента, принятым в биологии, с применением программного комплекса Microsoft Excel 10. Степень достоверности обработанных данных отражена соответствующими обозначениями ($P < 0,05^*$; $P < 0,01^{**}$; $P < 0,001^{***}$).

Результаты исследований. Показатели крови коров после запуска характеризуют морфофункциональное состояние коров до введения препарата, а градиенты крови после инъекции препарата отражают проявление ответной реакции на использование препарата в дозе 6,0 мл внутримышечно трехкратно с интервалом в 7 дней (табл. 1).

Таблица 1

Биохимические показатели сыворотки крови исследуемых групп коров

Градиенты	На второй день после запуска	Группа животных	
		контрольная	опытная
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,22±0,07	1,27±0,05	1,51±0,06
Общий кальций, ммоль/л	2,01±0,06	2,18±0,08	2,69±0,04
Щелочной резерв, об.СО ₂ %	41,74±0,82	44,13±0,51	48,25±0,32
Глюкоза, ммоль/л	1,62±0,12	1,98±0,12	2,75±0,05
Общий белок, г/л	68,17±1,43	70,13±1,45	76,04±0,73
В т.ч. альбумины, %	36,12±0,64	40,12±0,52	51,18±0,45
Глобулины, %	63,88±0,77	59,88±0,63	48,82±0,57
В т.ч. альфа-глобулины, %	16,73±0,48	18,11±0,36	20,18±0,17
Бета-глобулины, %	19,36±0,51	18,49±0,47	16,82±0,24
Гамма-глобулины, %	27,79±0,38	23,28±0,34	11,82±0,25
Иммуноглобулины G, мг/дл	1442,18±27,13	1256,35±24,11	1076,40±18,92
АЛат, ед./л	104,37±4,16	98,13±3,45	80,36±2,87
АСат, ед./л	124,18±5,88	112,70±4,16	91,12±3,08

Количество неорганического фосфора в сыворотке крови коров контрольной группы увеличилось на 21 день после запуска на 0,05 ммоль/л, у животных опытной группы, которым инъецировали внутримышечно средство органического происхождения в дозе 6,0 мл трехкратно с интервалом 7 дней, содержание в сыворотке крови неорганического фосфора увеличилось на 0,29 ммоль/л по

сравнению с показателями, полученными после запуска; и на 0,24 ммоль/л по сравнению с показателями коров контрольной группы.

Содержание общего кальция в сыворотке крови коров контрольной группы после первого периода сухостоя (21 день) составило 2,18 ммоль/л, что на 0,17 ммоль/л больше, чем после запуска, и на 0,51 ммоль/л меньше, чем в сыворотке крови животных опытной группы. Показатель щелочного резерва крови коров опытной группы составил 48,25 об.СО₂%, что на 4,12 об.СО₂% больше, чем в крови коров контрольной группы. Показатель щелочного резерва крови коров на 2 день после запуска составил 41,74 об.СО₂%, к концу первого периода сухостоя в крови коров контрольной группы увеличился на 2,39 об.СО₂%, а опытной группы – на 6,51 об.СО₂%.

Содержание глюкозы в сыворотке крови коров контрольной группы составило 1,98 ммоль/л, что на 0,77 ммоль/л меньше, чем в сыворотке крови коров опытной группы. У коров в начале запуска количество глюкозы в сыворотке крови было на 0,36 ммоль/л меньше, чем в конце первого периода сухостоя (21 день), а у коров, которым вводили препарат в дозе 6,0 мл трехкратно с интервалом в 7 дней, содержание в сыворотке крови глюкозы на 0,77 ммоль/л было больше, чем в крови животных контрольной группы.

У коров опытной группы через 21 день после запуска содержание в сыворотке крови общего белка было больше, чем у коров контрольной группы, на 5,91 г/л. При этом увеличение содержания в сыворотке крови общего белка в контрольной группе через 21 день после запуска составило 1,96 г/л, а в опытной группе – 7,87 г/л. Анализом содержания фракции белка установили, что перед запуском у коров снижалось количество в сыворотке крови альбуминов и увеличивалось количество глобулинов, соотношение составило 1,76. Через 21 день после запуска в контрольной группе оно составило 1,49, в опытной группе – 1,05. Количественное содержание фракции глобулинов в крови животных исследуемых групп в зависимости от периода сухостоя и при использовании препарата было неодинаковым. Содержание альфа-глобулинов в начале запуска составило 16,03±0,48%, что на 1,38% меньше, чем через 21 день после запуска в контрольной группе. У коров опытной группы содержание в сыворотке крови альфа-глобулинов составило через 21 день после запуска 20,18%, что на 3,45% больше, чем в начале запуска. Содержание в сыворотке крови бета- и гамма-глобулинов на 21 день после запуска у коров исследуемых групп снизилось в опытной группе на 2,54 и 15,97%, соответственно, в контрольной группе – на 0,87 и 4,51%, соответственно, по сравнению с показателями в начале сухостоя.

Увеличение содержания в сыворотке крови бета-глобулинов при снижении количества альфа-глобулинов свидетельствует о напряженности обменных процессов в организме животных после окончания лактации, что связано с высокой продуктивностью животных, погрешностями в их кормлении и развитием плода.

Содержание иммуноглобулина G в сыворотке крови коров в начальный период сухостоя составило 1442,18 мг/дл, что на 185,83 мг/дл больше, чем у коров контрольной группы через 21 день после запуска, и на 365,78 мг/дл больше, чем у коров опытной группы. Повышение уровня иммуноглобулина G по сравнению с пороговыми значениями указывает на нарушение функции печени (показатель референсного значения иммуноглобулина G для молочных коров составляет 1050-1200 мг/дл).

Содержание ферментов трансаминирования АЛат и АСаТ в сыворотке крови коров в начале сухостойного периода превышает референсные значения на 24,37 и 24,18 ед./л. После окончания первого периода сухостоя на 21 день превышение содержания в сыворотке крови АЛат и АСаТ составило в контрольной группе коров 18,13 и 12,70 ед./л, соответственно. В опытной группе коров, которым вводили внутримышечно препарат в дозе 6,0 мл трехкратно с интервалом в 7 дней после запуска, показатели фермента АЛат и АСаТ соответствовали референсным значениям.

Заключение. Коррекция обмена веществ коров применением препарата на основе муравьиного альдегида в дозе 6,0 мл трехкратно с интервалом в 7 дней в первый период сухостоя обеспечивает норму гомеостаза, достоверно повышая содержание в сыворотке крови общего кальция на 0,51 ммоль/л, щелочного резерва на 4,12 об.СО₂%, глюкозы на 0,77 ммоль/л, общего белка на 7,87 г/л, снижает альбумино-глобулиновое соотношение на 0,44, содержание иммуноглобулина G на 365,78 мг/дл. Полученные данные свидетельствуют об активации обменных процессов

в организме коров в период сухостоя, на что также указывает снижение в сыворотке крови коров показателей ферментов трансаминирования до порогового значения, являющихся биохимическим параметром адаптации обменных процессов в организме животных. Обеспечение нормы метаболизма в организме коров перед родами окажет положительное влияние на течение родов и на срок восстановления воспроизводительной способности коров после отела.

Список источников

1. Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х. Повышение естественной резистентности организма коров адаптогеном животного происхождения (СТЭМБ) // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. №3. С. 17–20.
2. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Репродуктивная функция коров и факторы ее определяющие : монография. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. 166 с.
3. Еремишин А. С., Тимаков А. В. Биохимические показатели адаптации коров разных пород в условиях Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. №4(32). С. 29–39.
4. Перфилов А. А., Баймишев Х. Б., Чекушкин А. М. Инновационные технологии в репродукции крупного рогатого скота // Актуальные проблемы ветеринарной патологии, физиологии, биотехнологии, селекции животных : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Саратов, 2009. С. 93–97.
5. Перфилов А. А., Баймишев Х. Б. Репродуктивные качества коров в условиях интенсивной технологии производства молока // Известия Самарской ГСХА. 2006. №2. С. 10–11.
6. Стекольников А. А., Племяшов К. В. Обмен веществ и его коррекция в воспроизводстве крупного рогатого скота // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья животных : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В. А. Акатова. Воронеж, 2009. С. 228.
7. Пат. 2728709С1. Российская Федерация. МПК А61К31/115, А61К33/14, А61Р15/00. Средство для повышения репродуктивной функции / Флорова М. А., Сафиуллин Х. А., Ласкавый В. Н. ; заявл. 25.12.2019 ; опубл. 30.07.2020.
8. Dobson H., Smith R. F., Royal M. D. et al. The high producing cow and iet reproductive perfomance // Reproduction in Domestic Animals. 2007. №42(2). P. 17–23.
9. Eremis S. P., Zemlyankin V. V., Baimishev M. Kh., Safiullin H. A., Baimishev Kh. B. About the relationship between blood indicators in cows and their reproductive function // Journal of Pharmaceufical Sciences and Research. 2018. T.10, №4. P. 819–823.
10. Nikholaev V. I., Shabunin S. V., Savchenko L., Nezdanov A. G., Pasko N. V. Interferontau in the blood of cows as an indicator of the emerging pregnancy // Reproction in Domestic Animals. 2019. T.54, №3. P. 112–113.

References

1. Baimishev, H. B. & Baimishev, M. Kh. (2014). Increasing the natural resistance of cows with an adaptogen of animal origin. *Voprosi normativno-pravovogo regulirovaniia v veterinarii (Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine)*, 3, 17–20 (in Russ.).
2. Baimishev, M. Kh. & Baymishev, Kh. B. (2016). *Reproductive function of cows and its determining factors*. Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
3. Eremishin, A. S. & Timakov, A. V. (2015). Biochemical indicators of adaptation of cows of different breeds to the conditions of the Yaroslavl region. *Vestnik APK Verhnevolzhii (Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region)*, 4(32), 29–39 (in Russ.).
4. Perfilov, A. A., Baimishev, Kh. B. & Chekushkin, A. M. (2009). Innovative technologies in the reproduction of cattle. *Actual problems of veterinary pathology, physiology, biotechnology, animal breeding '09: materials of the All-Russian scientific-practical conference*. (pp. 93–97). Saratov (in Russ.).
5. Perfilov, A. A. & Baimishev, Kh. B. (2006). Reproductive qualities of cows under conditions of intensive milk production technology. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 10–11 (in Russ.).
6. Stekolnikov, A. A. & Plemyashov, K. V. (2009). Metabolism and its correction in the reproduction of cattle. Modern problems of veterinary provision of reproductive health of animals '09: *Materials of the International scientific and Practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of V. A. Akatov*. (p. 228). Voronezh (in Russ.).
7. Florova, M. A., Safiullin, H. A. & Affectionate, V. N. (2020). Medicine for increasing a reproductive function. *Patent 2728709C1*. Russian Federation (in Russ.).
8. Dobson H., Smith R. F. & Royal M. D. et al. (2007). The high producing cows and iet reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 42(2), 17–23.

9. Eremin, S. P., Zemlyankin, V. V., Baimishev, M. Kh., Safiullin, H. A. & Baimishev, Kh. B. (2018). About the relationship between blood indicators of cows and their reproductive function // *Journal of Pharmaceufical Sciences and Research*, 10, 4, 819–823.

10. Nikolaev, V. I., Shabunin, S. V., Savchenko, L., Nezdanov, A. G., Pasko N. V. (2019). Interferontau in the blood of cows as an indicator of the emerging pregnancy. *Reproction in Domestic Animals*, 54, 3, 112–113.

Информация об авторах

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

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

С. П. Еремин – доктор ветеринарных наук, профессор;

С. А. Баймишева – кандидат ветеринарных наук.

Information about the authors

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

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

S. P. Eremin – Doctor of Veterinary Sciences, Professor;

S. A. Baimisheva – candidate of veterinary sciences.

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

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

Статья поступила в редакцию 26.12.2021; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 9.03.2022.

The article was submitted 26.12.2021; approved after reviewing 21.02.2022; accepted for publication 9.03.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 619:611.6:636.32/.38

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_67

ВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ ПОЧЕК ОВЕЦ ЮЖНОУРАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

Ренат Куспанович Баймухамбетов

Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

renat.ogau@mail.ru

Цель исследований – определение морфологии васкуляризации почек овец южноуральской породы. Материал для исследований – почки овец южноуральской породы. Исследуемые животные были выращены в одном из личных подсобных хозяйств Сорочинского района Оренбургской области и подвергнуты убою. Исследования проводились на кафедре морфологии, физиологии и патологии Оренбургского ГАУ. При исследовании артериального русла почек овец южноуральской породы установлено, что васкуляризация почек животных осуществляется почечными артериями, междольковыми, дугowymi и междольковыми артериями. Почечные артерии первого порядка берут свое начало от брюшной аорты в области второго-третьего поясничного позвонка. Выявлено, что правая и левая почечные артерии чаще всего отходят на одном уровне в области поперечных отростков второго и третьего поясничных позвонков. На своем пути почечная артерия первого порядка отдает более мелкие сосуды второго порядка, которые служат для кровоснабжения почечной лоханки, мочеточника, фиброзной и жировой капсулы органа. У ворот почки почечная артерия делится на краниальные, центральные и каудальные ветви. Васкуляризация почек овец южноуральской породы осуществляется почечными артериями, которые ответвляются от брюшной аорты на уровне второго-третьего поясничного позвонка. Ветвление почечных артерий происходит по различным типам, но наиболее часто встречается дихотомический тип ветвления, свойственный сосудам второго, третьего порядка и дугowymi артериям. Для сосудов третьего и пятого порядка характерен рассыпной тип ветвления. Отток крови из почек осуществляется по венозным сосудам с одноименным названием и типом ветвления.

Ключевые слова: почка, васкуляризация, овцы южноуральской породы, артерии, вены.

Для цитирования: Баймухамбетов Р. К. Васкуляризация почек овец южноуральской породы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 67–72. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_67

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

VASCULARIZATION OF KIDNEYS OF SOUTH URAL SHEEP

Renat K. Baimukhambetov

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

renat.ogau@mail.ru

The aim of the study was to determine the morphology of kidney vascularization of the South Ural sheep. The Kidney of the South Ural sheep was taken for the study. The studied animals were bred and slaughtered on one of the Sorochinsky private subsidiary farms of Orenburg region. The studies were carried out at the Department of Morphology, Physiology and Pathology of the Orenburg State Agrarian University. During the study of the arterial bed of a kidney, it was discovered that the vascularization of kidneys of animals is performed by the renal arteries, interlobular and arcuate arteries. Renal arteries of the first order originate from the abdominal aorta within the zone of the second or third lumbar vertebrae. It is found that both right and left renal arteries most often originate at the same level within the

zone of the spine second and third lumbar vertebrae. On its way, the renal artery of the first order gives off smaller vessels of the second order, which supply blood to the renal pelvis, duct, fibroid and adipose capsule of the organ. At the hilum of the kidney, the renal artery divides into cranial, median, and caudal vessels. Vascularization of kidneys of sheep of the South Ural breed is performed by the renal arteries, which branch off from the abdominal aorta within the zone of the second or third lumbar vertebrae. Branching of the renal arteries occurs in various types, but the most common one is dichotomous, organic to the vessels of the second and tertiary order and arcuate arteries. For vessels of the third and fifth orders a loose type of branching is marked. Blood efflux from kidneys is performed through venous vessels with the same name and type of branching.

Key words: kidney, vascularization, Southern Ural sheep, arteries, veins.

For citation: Baimukhambetov, R. K. (2022). Vascularization of kidneys of south ural sheep. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 67–72 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_67

Почка – один из важнейших парных органов, от кровообращения в которой напрямую зависит качество работы всего организма как единой системы. Основной задачей почек является регуляция следующих процессов: метаболизма жиров, углеводов и протеинов; выведение или накопление важных веществ – сахара, аминокислот, солей, расщепление и экскреция БАВ; выведение продуктов азотистого обмена; поддержание водно-солевого баланса. Поскольку в почки поступает огромное количество веществ, требующих выведения из организма, в них происходит наиболее усиленное кровообращение. Изучению морфологии почек различных видов животных и васкуляризации данного органа посвящены работы многих ученых. Так, у собак, коз породные и возрастные особенности морфологии почек изучали О. А. Матвеев [5], особенности экстраорганной васкуляризации почек крупного рогатого скота М. М. Жамбулов [2], Н. А. Слесаренко и др. [7], васкуляризацию яичника крупного рогатого скота Х. Б. Баймишев [1], внутриорганное артериальное русло почки оренбургской козы, овцы романовской породы А. Е. Медкова [6], Б. П. Шевченко и др. [9], архитектуру артериальных сосудов почек маралов Ю. М. Малофеев [4], В. В. Соколов и др. [8]. Однако, данные по изучению васкуляризации почек овец встречаются в литературе в единичных случаях, а по овцам южноуральской породы практически отсутствуют. Проведенные исследования по кровоснабжению почек овец южноуральской породы будут полезны в практической деятельности ветеринарных специалистов и послужат учебным материалом для студентов и подготовки научных работ различного уровня.

Цель исследований – определение морфологии васкуляризации почек овец южноуральской породы.

Задачи исследований – изучить особенности кровоснабжения и типы ветвления кровеносных сосудов почек овец южноуральской породы.

Материал и методы исследований. Материал для исследований – почки овец южноуральской породы. Исследуемые животные были выращены в одном из личных подсобных хозяйств Оренбургской области Сорочинского района и подвергнуты убою. Исследования проводились на кафедре морфологии, физиологии и патологии Оренбургского ГАУ. Возраст животных определялся по данным бонитировочных карт и журналов учета. Васкуляризация почек была изучена у 12 животных разного возраста и пола. При выполнении поставленной задачи использовали различные методы – обычное и тонкое анатомическое препарирование, приготовление коррозионных препаратов с использованием монтажной пены «Мастер» и красителей, а также проводили инъекцию кровеносных сосудов почек самоотвердевающей пластмассой «Протокрил М», изготовление гистологических препаратов толщиной 5-15 мкм на замораживающем и санном микротоме, окрашенных гематоксилином и эозином, изучение структурных компонентов на гистологических срезах проводилось с помощью люминесцентного микроскопа «ЛОМО» МИКМЕД-6. Для фотографирования гистопрепаратов был использован Canon EOS 650D с цифровой видеокамерой.

Результаты исследований. При исследовании артериального русла почек овец южноуральской породы установлено, что васкуляризация почек животных осуществляется почечными артериями, междольковыми, дугowymi и междольковыми артериями. Почечные артерии первого порядка берут свое начало от брюшной аорты в области второго-третьего поясничного позвонка. Выявлено,

что правая и левая почечные артерии чаще всего отходят на одном уровне в области поперечных отростков второго и третьего поясничных позвонков. На своем пути почечная артерия первого порядка отдает более мелкие сосуды второго порядка, которые служат для кровоснабжения почечной лоханки, мочеточника, фиброзной и жировой капсулы органа. У ворот почки почечная артерия делится на краниальные, центральные и каудальные ветви. Вступив в паренхиму почки, данные ветви отдают три-шесть междольковых артерий третьего порядка. В свою очередь, пройдя между пирамидами и у основания пирамид на границе коркового и мозгового вещества почки, междольковые артерии разветвляются по рассыпному типу на многочисленные дуговые артерии четвертого-пятого порядка. От дуговых артерий в толщу коры почки отходят междольковые артерии, а от них, наряду с капсулярными ветвями и прямыми артериолами, к каждому почечному тельцу отходит приносящий сосуд, участвующий в образовании клубка капилляров. Из последнего выходит выносящий сосуд.

Для ветвления почечной артерии характерны четыре типа (рис. 1).

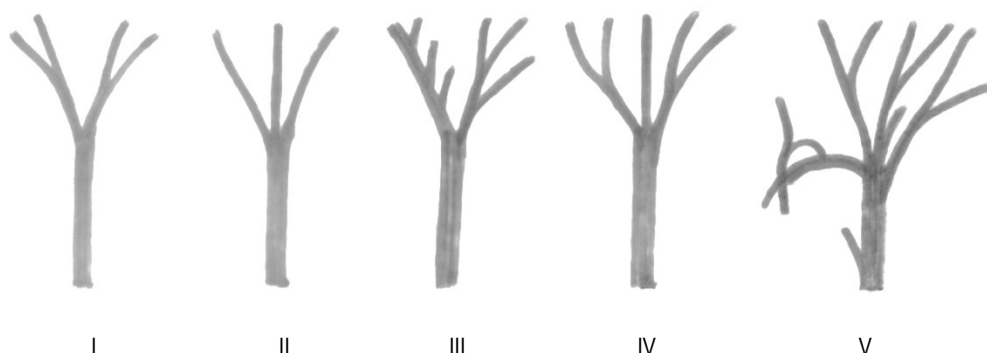


Рис. 1. Типы ветвления почечной артерии:

I – дихотомический; II, IV – рассыпной; III – магистральный; V – магистральный

Первый тип ветвления – дихотомический – встречается у 50 % исследованных животных. При данном типе ветвления почечная артерия делится на две ветви, от которых отходят три-шесть междольковых артерий.

Второй тип ветвления почечной артерии – рассыпной – встречается у 15 % исследованных животных. При данном типе ветвления почечная артерия разветвляется на три артериальные ветви, равные между собой. Рассыпной тип ветвления характеризуется тем, что от ствола отходят четыре-пять междольковых артерий.

Магистральный тип ветвления встречается у 25 % овец, при этом почечная артерия разветвляется на неравнозначные ветви, от которых отходят более мелкие междольковые артерии.

Четвертый тип ветвления – смешанный – встречается у 10 % овец южноуральской породы. При смешанном типе ветвления от почечной артерии ответвляются четыре неравные артерии, от которых в свою очередь отходят две-три междольковые артерии.

В ходе исследований венозного русла почек овец было определено, что отток крови из правой и левой почек ягнят южноуральской породы осуществляется по звездчатым, прямым венулам, междольковым, дуговым, междольковым и почечным венам в каудальную полую вену. Выносящий сосуд, разветвляясь на капилляры, оплетает густой сетью почечные трубочки и, объединившись между собой, дает начало звездчатым венулам, которые, в свою очередь, соединяясь с прямыми венулами коркового вещества почки, образуют междольковые вены.

Междольковые вены четвертого-пятого порядка находятся в корковом веществе органа и по ходу ветвления сопровождаются междольковыми артериями. Междольковые вены, сливаясь, образуют более крупные сосуды третьего порядка – дуговые вены, которые проходят на границе коркового и мозгового вещества почек, сливаясь между собой, и образуют междольковые вены второго порядка. Междольковые вены располагаются в почечных столбах между почечными пирамидами. Сосуд первого

порядка – почечная вена – образуется в результате слияния междольковых вен. Наиболее часто наблюдается отсутствие деления на правую и левую почечную вену, а вход в ворота почки осуществляется цельным стволом (рис. 2-4).

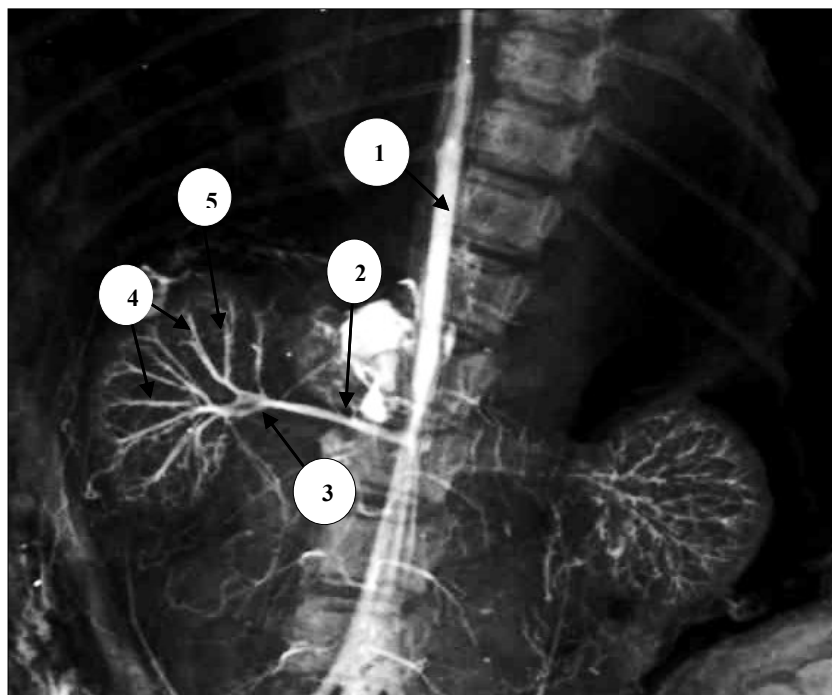


Рис. 2. Контрастная рентгенография почек овец южноуральской породы (дихотомический и смешанный тип ветвления артериальных сосудов):
1 – брюшная аорта; 2 – правая почечная артерия; 3 – междольковые артерии; 4 – дуговые артерии;
5 – междольковые артерии

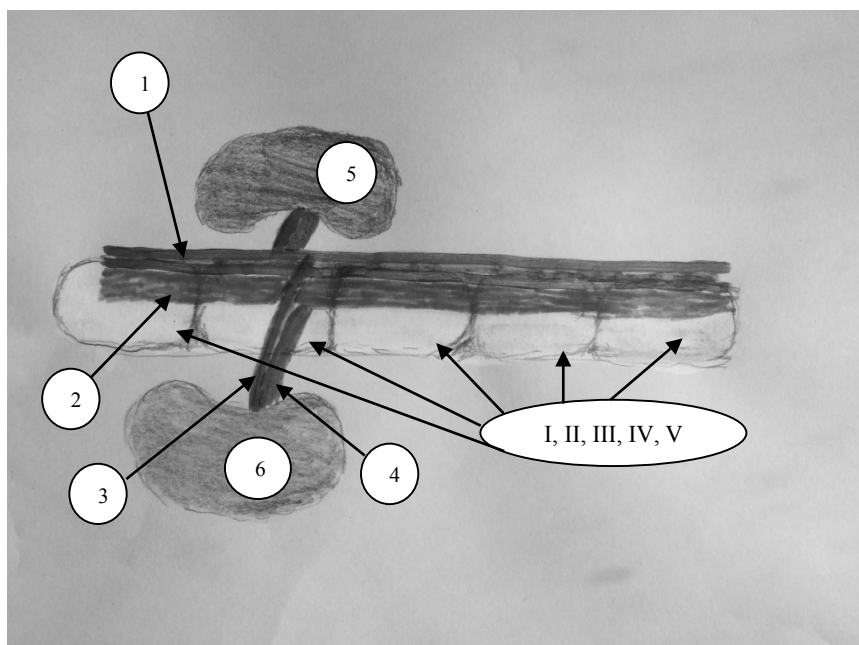


Рис. 3. Схема васкуляризации почек овец южноуральской породы (вид с вентральной поверхности):
I, II, III, IV, V – поясничные позвонки; 1 – брюшная аорта; 2 – полая вена; 3 – почечная артерия; 4 – почечная вена;
5 – левая почка; 6 – правая почка

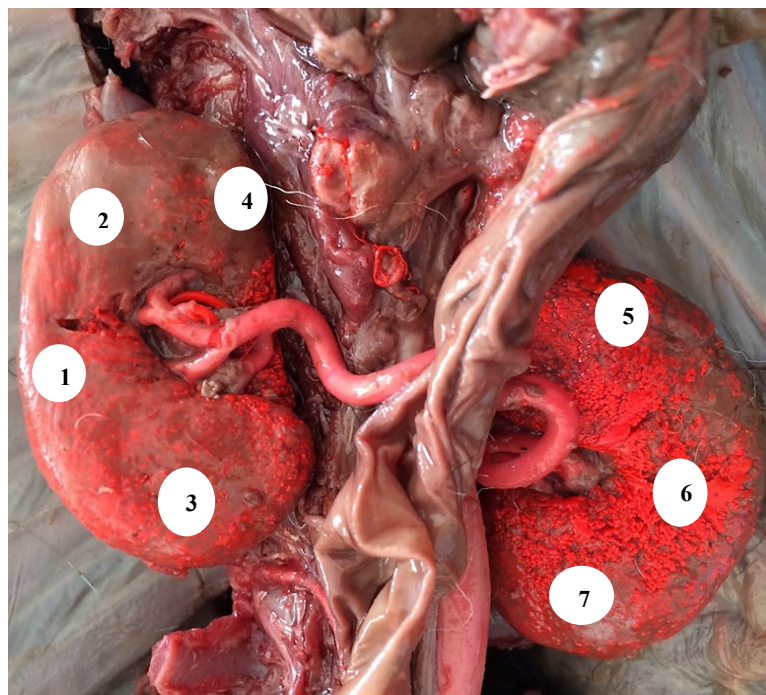


Рис. 4. Васкуляризация почек (вид с вентральной поверхности) овец южноуральской породы:

- 1 – правая почка; 2 – краниальная междолевая артерия; 3 – каудальная междолевая артерия;
4 – правая почечная артерия; 5 – левая почечная артерия; 6 – левая почка; 7 – брюшная аорта

Закключение. Васкуляризация почек овец южноуральской породы осуществляется артериальными и венозными сосудами, такими, как почечные артерии, которые ответвляются от брюшной аорты на уровне второго-третьего поясничного позвонка. Ветвление почечных артерий происходит по различным типам, но наиболее часто встречается дихотомический тип ветвления. Он свойственен сосудам второго, третьего порядка до дуговых артерий. Для сосудов третьего и пятого порядка характерен рассыпной тип ветвления. Отток крови из почек осуществляется по венозным сосудам с одноименным названием и типом ветвления.

Список источников

1. Баймишев Х. Б. Влияние технологии выращивания телок на морфологию их яичника // Известия Самарской государственной академии. 2018. №3. С. 34–39.
2. Жамбулов М. М. Особенности экстраогранной васкуляризации почек плодов крупного рогатого скота в пренатальный период онтогенеза // Известия Оренбургского ГАУ. 2009. №3. С. 213–215.
3. Крылова А. А. Некоторые структурно-функциональные особенности артерий почек // Материалы объединенной конференции молодых морфологов и физиологов. Л., 1979. С. 14–16.
4. Малофеев Ю. М., Павлюченко Ю. А. Особенности арктиктеристики артериальных сосудов почек маралов // Достояние эволюционной, возрастной и экологической морфологии : Материалы международной научно-практической конференции морфологов, посвященной памяти профессора Ю.Ф. Юдичева. Омск, 2001. С. 67–68.
5. Матвеев О. А. Возрастные особенности топографии почек собак породы немецкая овчарка // Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика : Материалы II Российской научно- практической конференции. Оренбург, 2005. С. 294–297.
6. Медкова А. Е., Чумаков В. Ю. Особенности внутриорганный артериальный русла почки овцы // Актуальные вопросы морфологии и хирургии 21 века : Материалы международной научной конференции. Оренбург, 2001. Т. 1. С. 58–61.
7. Слесаренко Н. А. Анатомия домашних животных : учебное пособие. Ч. 1. Кинель, 2015. 320 с.
8. Соколов В. В., Каплунова О. А., Соковцева А. В. Возрастные особенности архитектоники артериальных сосудов почек // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1991. №2. С. 70–77.
9. Шевченко Б. П. Возрастная биология козы : монография. Самара, 2008. 247 с.

References

1. Baymishev, H. B. (2018). Influence of a heifer feed operation on morphology of its ovaries. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 34–39 (in Russ.).
2. Zhambulov, M. M. (2009). Kidney vascularization of a cattle fetus during pregnancy ontogenesis. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 3, 213–215 (in Russ.).
3. Krylova, A. A. (1979). Some structural and functional features of a kidney arteries. *Proceedings of the joint conference of young morphologists and physiologists*. (pp. 14–16). Leningrad (in Russ.).
4. Malofeev, Yu. M. & Pavlyuchenko, Yu. A. (2001). Arterial vessel architecture of a red deer kidney. Heritage of evolutionary, age and ecological morphology '01: *Proceedings of the international scientific-practical conference of morphologists dedicated to the memory of Professor Yu. F. Yudichev*. (pp. 67–68) Omsk (in Russ.).
5. Matveev, O. A. (2005). Age features of the topography of kidneys of dogs of the German Shepherd breed. Problems of sustainability of bioresources: theory and practice '05: *Proceedings of the II Russian Scientific and Practical Conference*. (pp. 294–297) Orenburg (in Russ.).
6. Medkova, A. E. & Chumakov, V. Yu. (2001). Features of the internal arterial bed of a sheep kidney. Topical issues of morphology and surgery of the 21st century '01: *Proceedings of the international scientific conference*. Vol. 1. (pp. 58–61). Orenburg (in Russ.).
7. Slesarenko, N. A., Baymishev, H. B. & Khrustaleva, I. V. (2015). *Anatomy of domestic animals*. Kinel (in Russ.).
8. Sokolov, V. V., Kaplunova, O. A. & Sokovtseva, A. V. (1991). Age features of arterial vessel architecture of a kidney. *Arhiv anatomii, gistologii i embriologii (Archives of Anatomy, Histology and Embryology)*, 2, 70–77 (in Russ.).
9. Shevchenko, B. P., Baimishev, Kh. B. & Seitov M. S. (2008). *Age-related life history of a goat*. Samara (in Russ.).

Информация об авторах

Р. К. Баймухамбетов – старший преподаватель.

Information about the authors

R. K. Baimukhambetov – senior teacher.

Статья поступила в редакцию 20.01.2022; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 18.03.2022.

The article was submitted 20.01.2022; approved after reviewing 21.02.2022; accepted for publication 18.03.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.034.087:612.11/.12

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_73

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА УРОВЕНЬ ОБЩЕГО БЕЛКА
И ЕГО ФРАКЦИЙ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КОРОВ**

Геннадий Александрович Симонов¹, Мария Александровна Степурина², Александр Тихонович Варакин³, Виктор Васильевич Саломатин⁴, Владимир Степанович Зотеев⁵

¹Вологодский научный центр РАН, Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства, Вологда, Россия

^{2, 3, 4}Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

⁵Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹gennadiy0007@mail.ru

²kafedra-kormlenie@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3501-4982>

³varakinat58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

⁴zootexnia@mail.ru

⁵Vladimir.zoteev@yandex.ru

Цель исследований – улучшение питательной ценности рациона дойных коров за счёт использования комплексной минеральной добавки – природного волгоградского бишофита. При организации научно-хозяйственного опыта был выполнен подбор двадцати дойных коров красной степной породы, из которых в равных количествах животных сформировали две группы. Подбор коров в сравниваемые группы осуществляли с использованием метода, учитывающего принцип пар-аналогов для подопытных особей. Экспериментальную работу выполнили на полновозрастных животных с начала периода лактации. Коровы 1 контрольной группы получали корма и добавки основного рациона, а животные 2 опытной группы – в дополнение к основному рациону получали волгоградский бишофит. Показатели крови изучены у 10 особей, взятых из каждой группы животных-аналогов в равных количествах. Результаты исследования позволили выявить, что изучаемые показатели крови коров обеих групп соответствовали физиологической норме. Введение в состав рационов животным 2 группы комплексной минеральной добавки положительно повлияло на биохимические показатели состава крови. По завершении научно-хозяйственного опыта в сыворотке крови коров 2 опытной группы было больше общего белка на 1,87%, альбуминов – на 2,42%, глобулинов – на 1,46%, чем в сыворотке крови животных 1 контрольной группы при скормливании рациона без бишофита. У особей 2 группы было установлено преимущество по абсолютному содержанию глобулиновых фракций в сыворотке крови, а именно альфа- и гамма-глобулинов, чем у животных 1 группы, соответственно, на 0,50 г/л (4,42%) и 0,80 г/л (3,51%). При использовании в составе рационов минеральной добавки волгоградского бишофита, выявлено его положительное влияние на продуктивность коров, качество молока и рентабельность его производства.

Ключевые слова: дойные коровы, минеральная добавка, биохимические показатели крови.

Для цитирования: 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

EFFECT OF MINERAL SUPPLEMENT ON BLOOD SERUM TOTAL PROTEIN AND ITS FRACTIONS OF A CATTLE

Gennady A. Simonov¹, Maria A. Stepurina², Alexander T. Varakin^{3✉}, Victor V. Salomatin⁴, Vladimir S. Zoteev⁵

¹Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, North-Western Research Institute of Dairy and Pasture Animal Husbandry, Vologda, Russia

^{2, 3, 4}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

⁵Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹gennadiy0007@mail.ru

²kafedra-kormlenie@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3501-4982>

³varakinat58@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

⁴zootexnia@mail.ru

⁵Vladimir.zoteev@yandex.ru

The aim of the research is to improve the nutritional value in the diet of dairy cows using complex mineral supplement – natural Volgograd bischofite. During the organization of scientific and economic experience, the selection of twenty dairy cows of the Red Steppe breed was carried out, of which two groups were formed including equal numbers of animals. Selection of cows into the groups put into comparison was carried out using a method that takes into account the principle of analogue pairs for experimental individuals. The experimental work was performed involving full-grown animals from the beginning of the lactation period. Cows of the 1st control group received feed and supplements of the main diet, and animals of the 2nd experimental group received Volgograd bischofite in addition to the main diet. Blood parameters were studied from 10 individuals taken from each group of animal analogues in equal quantities. The results of the study revealed that the studied blood parameters of cows from both groups corresponded to their physiological norm. The introduction of a complex mineral supplement into the diets of animals of group 2 had a positive effect on the biochemical parameters of blood composition. According to the scientific and economic experiment completed, the blood serum of cows of the 2nd experimental group had more total protein by 1.87%, albumins – by 2.42%, globulins – by 1.46% than in the blood serum of animals from the 1st control group when fed a diet without bischofite. The individuals of group 2 had an advantage in the absolute content of globulin fractions in blood serum, namely alpha and gamma globulins, than of the animals of group 1, respectively, by 0.50 g/l (4.42%) and 0.80 g/l (3.51%). When using a mineral supplement of Volgograd bischofite as part of diets, its positive effect on milch cow productivity, milk quality and profitability of its manufacture was revealed.

Keywords: dairy cows, mineral supplement, blood biochemical parameters.

For citation: 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

Для эффективного ведения животноводства важно применять современные технологические приёмы организации производства кормов с целью использования биологически полноценных рационов [6] для получения животноводческой продукции высокого качества [5]. Потребляемые рационы с необходимым разнообразием включаемых в их состав компонентов, способствуют улучшению обмена веществ сельскохозяйственных животных, их продуктивных показателей и физиологического состояния [8]. Большое значение в животноводстве представляет введение в рационы минеральных веществ [3]. Хотя минеральные элементы не имеют энергетической ценности, но использование кормовых добавок с макро- и микроэлементами в кормлении сельскохозяйственных животных позволяет обеспечить необходимый уровень их минерального питания.

Как у исследователей, так и в практике ведения скотоводства велик интерес к использованию в кормлении животных минеральных средств природных источников [2, 4]. Например, ценным природным источником макро- и микроэлементов в рационах животных может служить природный волгоградский бишофит. Он представляет существенный интерес для молочного скотоводства. Основой

волгоградского бишофита является хлорид магния. Именно как источник жизненно необходимого макроэлемента магния бишофит вводят в рацион дойных коров. В меньшем количестве в бишофите выявлено содержание других минеральных элементов: кальция, натрия, калия, брома, молибдена, железа, меди, кремния и других.

Организация научно-исследовательской работы, связанной с технологическими аспектами ведения животноводства, как правило, сопровождается изучением показателей интерьера животных, и в частности крови [7]. При этом исследователями отмечена взаимосвязь гематологических показателей с продуктивностью животных [1].

В связи с этим важны и актуальны исследования по использованию природного волгоградского бишофита в молочном скотоводстве с изучением показателей состава крови дойных коров и их продуктивности.

Цель исследований – улучшение питательной ценности рациона дойных коров за счёт использования комплексной минеральной добавки – природного волгоградского бишофита.

Задачи исследований – определить в сыворотке крови дойных коров уровень общего белка и содержание в нём белковых фракций в зависимости от введения в рацион природной комплексной добавки – волгоградского бишофита.

Материал и методы исследований. Исследования были проведены во время научно-хозяйственного опыта на коровах красной степной породы. При организации научно-хозяйственного опыта был выполнен подбор двадцати дойных коров, из которых в равных количествах животных сформировали две группы. Подбор коров в сравниваемые группы осуществляли с использованием метода, учитывающего принцип пар-аналогов для подопытных особей. Экспериментальную работу выполнили на полновозрастных животных с начала периода лактации.

Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 195 дней, в том числе главный период опыта – 153 дня. В опыте коровам 1 контрольной группы давали корма и добавки основного рациона, коровам 2 опытной группы – в дополнение к основному рациону давали природную комплексную минеральную добавку волгоградский бишофит, добиваясь восполнения недостатка в основном рационе жизненно важного макроэлемента магния. Данный эксперимент был организован при одинаковом содержании особей обеих групп и уходе за ними.

Контролировали биохимические показатели крови у коров в начале научно-хозяйственного опыта и в конце его главного (учётного) периода. Показатели крови были изучены у 10 особей. Для исследования брали кровь из яремной вены у пяти животных-аналогов каждой группы. Взятие крови у подопытных особей проводили до кормления в утренние часы. Определяли биохимические показатели состава крови с применением общепринятых методик.

Полученные данные исследования показателей крови у подопытных коров в обеих группах были обработаны с помощью методов вариационной статистики.

Результаты исследований. В научно-хозяйственном опыте подопытным коровам обеих групп скармливали основные рационы, разработанные по детализированным нормам кормления РАСХН [8].

Первые 73 дня главного периода научно-хозяйственного эксперимента проходили в период раздоя коров, а последующие 80 дней главного периода опыта – в период лактации после раздоя. Соответственно и рацион был составлен для вышеназванных периодов лактации.

Рацион включал разные компоненты: корма, а также необходимые балансирующие кормовые добавки. Компоненты рациона коров во время раздоя: злаковое сено в количестве 2,0 кг; бобовое сено – 3,0 кг; концентраты – 5,53 кг (в частности, протеиновые – 1,43 кг); силос – 27,0 кг; кормовая патока (меласса) – 1,5 кг; кормовые добавки макро- и микроэлементов; препарат витамина D.

Недостаток магния, выявленный в приведённом рационе, для животных 2 опытной группы компенсировали путём введения природной комплексной минеральной добавки – волгоградского бишофита (из расчёта 67,5 г на голову в сутки).

Количество обменной энергии и питательных веществ в рационах сравниваемых групп не различались, за исключением магния, который особи 1 контрольной и 2 опытной групп получали в количестве 22,88 и 28,0 г, соответственно (рацион коров 2 группы сбалансировали согласно норме кормления по жизненно необходимому макроэлементу магнию).

Рацион коров после периода раздоя: злаковое сено в количестве 2,0 кг; бобовое сено – 3,0 кг; концентраты – 3,95 кг (в частности протеиновые – 1,05 кг); силос – 27,0 кг; кормовая патока (меласса) – 1,0 кг; кормовые добавки макро- и микроэлементов; препарат витамина D.

Недостаток магния, выявленный в приведённом рационе, для животных 2 опытной группы компенсировали путём введения волгоградского бишофита (из расчёта 69,3 г на голову в сутки).

Количество обменной энергии и питательных веществ в рационах сравниваемых групп не различались, за исключением магния, который особи 1 контрольной и 2 опытной групп получали в количестве 20,75 и 26,0 г, соответственно (рацион коров 2 группы сбалансировали согласно норме кормления по жизненно необходимому макроэлементу магнию).

В научно-исследовательских работах и практике животноводства устанавливают объективную оценку физиологического состояния сельскохозяйственных животных и характера обмена веществ с помощью исследования гематологических показателей. Анализ полученных данных биохимических исследований крови у подопытных коров сравниваемых групп, как в начале научно-хозяйственного опыта, так и в конце главного периода данного эксперимента, показал, что все изучаемые показатели соответствовали физиологической норме.

При этом значительный научный и практический интерес представляют данные исследований в конце главного периода опыта. Они свидетельствовали о том, что скормливание в составе рационов дойным коровам природной комплексной минеральной добавки волгоградского бишофита в вышеуказанных дозах положительно влияло на изучаемые показатели состава крови. Так, интенсивность белкового обмена у подопытных животных возможно изучать по уровню содержания общего белка и его фракций в сыворотке крови: альбуминов и глобулинов. Результаты исследований в конце главного периода научно-хозяйственного эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Концентрация общего белка и белковых фракций в сыворотке крови
у коров исследуемых групп, ($M \pm m$), г/л (n=5)

Группа	Показатель		
	общий белок	альбумины	глобулины
1 контрольная	80,20±0,36	34,32±0,17	45,88±0,46
2 опытная	81,70±0,33*	35,15±0,29*	46,55±0,27

Примечание: * $P \geq 0,95$.

Согласно приведённым данным, дойные коровы 2 опытной группы имели в среднем в сыворотке крови общего белка больше, чем аналоги 1 контрольной группы, на 1,50 г/л или 1,87% со статистически достоверной разницей ($P > 0,95$), что говорит о более интенсивном белковом метаболизме в организме животных 2 группы.

По сравнению с коровами 1 контрольной группы, введение в состав рационов их аналогам – особям 2 опытной группы – природной комплексной минеральной добавки волгоградского бишофита позволило увеличить в сыворотке крови уровень концентрации альбуминов в среднем на 0,83 г/л или 2,42% ($P > 0,95$). Увеличение содержания альбуминов в сыворотке крови у животных 2 группы говорит о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах в их организме и свидетельствует об усилении работы белоксинтезирующей функции печени.

Уровень содержания глобулинов в сыворотке крови выше у коров 2 опытной группы. Причём, достоверной разницы между сравниваемыми животными по этому показателю не было установлено. Коровы 2 группы имели превосходство по концентрации глобулинов в сыворотке крови, по сравнению с животными 1 группы, в среднем на 0,67 г/л или на 1,46%.

Также у дойных коров 2 опытной группы был установлен лучший белковый индекс сыворотки крови (а именно 0,76), чем у животных 1 контрольной группы (0,75).

Исследование уровня концентрации общего белка и его фракций (альбуминов и глобулинов) в сыворотке крови у подопытных коров показало, что интенсивность их синтеза в организме находилась в определённой связи с характером кормления. Так, скормливание дойным особям опытной группы природной комплексной минеральной добавки волгоградского бишофита привело к более высокому уровню общего белка и его фракций в сыворотке крови, чем у контрольных животных, получавших только основной рацион.

В исследованиях изучено содержание глобулиновых фракций в сыворотке крови у подопытных коров в конце главного периода научно-хозяйственного опыта. Результаты абсолютного содержания альфа-, бета- и гамма-глобулинов в сыворотке крови у дойных животных сравниваемых групп приведены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание глобулиновых фракций в сыворотке крови
у коров исследуемых групп, ($M \pm m$), г/л ($n=5$)

Группа	Показатель		
	альфа-глобулины	бета-глобулины	гамма-глобулины
1 контрольная	11,31 $\pm$ 0,12	11,76 $\pm$ 0,51	22,81 $\pm$ 0,27
2 опытная	11,81 $\pm$ 0,14*	11,13 $\pm$ 0,19	23,61 $\pm$ 0,15*

Абсолютное содержание альфа-глобулинов в сыворотке крови дойных коров 2 опытной группы было больше, чем у аналогов – особей 1 контрольной группы, в среднем на 0,50 г/л или 4,42% ($P>0,95$).

Следует отметить, что альфа-глобулины являются главными носителями углеводных компонентов гликопротеидов. В связи с этим, увеличение этой фракции в сыворотке крови у животных, получавших дополнительно к рациону комплексную минеральную добавку природный волгоградский бишофит, является свидетельством более высоких энергетических резервов их организма.

Дойные особи 2 опытной группы уступали животным из 1 контрольной группы по абсолютному содержанию бета-глобулинов в сыворотке крови в среднем на 0,63 г/л или 5,36%.

Интерес представляют экспериментальные данные по гамма-глобулиновой фракции белка. Гамма-глобулины – носители антител, обеспечивающие иммунную защиту организма.

Установлено, что абсолютное содержание гамма-глобулинов в сыворотке крови дойных коров 2 опытной группы выше, чем у аналогов – особей 1 контрольной группы, в среднем на 0,80 г/л или 3,51% ($P>0,95$).

При определении содержания альфа-, бета- и гамма-глобулинов в сыворотке крови у дойных животных сравниваемых групп интересен процент от общего белка (табл. 3).

Таблица 3

Уровень содержания глобулиновых фракций в сыворотке крови
у коров исследуемых групп, % ($n=5$)

Группа	Показатель		
	альфа-глобулины	бета-глобулины	гамма-глобулины
1 контрольная	14,10	14,66	28,44
2 опытная	14,46	13,62	28,90

Так, у особей 2 опытной группы были выявлены более высокие показатели альфа- и гамма-глобулиновой фракции в процентном отношении от содержания общего белка в сыворотке крови, чем у животных 1 контрольной группы, соответственно на 0,36 и 0,46%.

В научно-хозяйственном опыте коровы 2 опытной группы имели средний суточный удой молока с содержанием в нём жира и белка, соответственно 18,10 кг, 3,93 и 3,40%, что выше, чем в 1 контрольной группе на 1,3 кг, (7,74%), 0,05 и 0,02% (при $P>0,99$).

Экономическая оценка результатов эксперимента показала, что уровень рентабельности производства молока во 2 опытной группе выше на 11,3%, чем в 1 контрольной группе.

Заключение. Использование для дойных коров в составе рационов природной комплексной минеральной добавки волгоградского бишофита оказало положительное влияние на биохимические показатели крови, которые были в соответствии с физиологической нормой. У особей 2 опытной группы установлено большее содержание в сыворотке крови общего белка и его фракций: альбуминов и глобулинов, чем у животных 1 контрольной группы, соответственно, на 1,87, 2,42 и 1,46 %. Коровы 2 группы имели преимущество по абсолютному содержанию глобулиновых фракций в сыворотке крови: альфа- и гамма-глобулинов, чем аналоги – особи 1 группы, соответственно на 0,50 г/л

(4,42%) и 0,80 г/л (3,51%). При использовании в рационах минеральной добавки волгоградского бишофита выявлено его положительное влияние на продуктивность коров, качество молока и рентабельность его производства.

Список источников

1. Баймишев Х. Б., Траисов Б. Б., Баймишев М. Х., Есенгалиев К. Г. Взаимосвязь интерьерных показателей ягнят разных генотипов с их продуктивностью // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 32–38.
2. 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.
3. 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.
4. Зотеев В. С., Кириченко А. В., Ищеряков А. С., Симонов Г. А. Обмен веществ и энергия роста у телят при скармливании комбикормов с цеолитовыми туфами // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 1. С. 112–115.
5. Зотеев В. С., Симонов Г. А., Кириченко Н. В., Кириченко А. В. Эффективность использования белково-витаминно-минеральных концентратов с цеолитовым туфом в рационах бычков на откорме // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 115–118.
6. Карамаева А. С., Соболева Н. В., Карамаев С. В. Качество молозива при включении в рацион коров сенажа с биоконсервантом // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, биотехнологии и морфологии : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. С. 236–240.
7. Корепанова Л. В., Старостина О. С., Батанов С. Д. Кровь как показатель интерьерной особенности помесных животных // Зоотехния. 2015. № 10. С. 26–28.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клеймёнова. 3-е изд. перераб. и доп. М., 2003. 456 с.

References

1. Baimishev, H. B., Traisov, B. B., Baimishev, M. H. & Esengaliev, K. G. (2021). Interrelation of interior indicators of lambs of different genotypes with their productivity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 32–38 (in Russ.).
2. Varakin, A. T., Ryadnov, A. A., Stepurina, M. A., Itskovich, A. Yu., Kornilova, V. A. & Vorontsova, E. S. (2021). Influence of a new feed supplement on productivity and physiological parameters of dairy cows. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, 1 (61), 222–231 (in Russ.).
3. Varakin, A. T., Ryadnov, A. A., Salomatin, V. V., Kulik, D. K. & Murtazaeva, R. N. (2021). Hematological parameters of bulls with the introduction of selenium-containing supplement into the diets. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, 3 (63), 209–218 (in Russ.).
4. Zoteev, V. S., Kirichenko, A. V., Ishcheryakov, A. S. & Simonov, G. A. (2009). Metabolism and growing capacity of calves when giving compound feed with zeolite tuff. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 112–115 (in Russ.).
5. Zoteev, V. S., Simonov, G. A., Kirichenko, N. V. & Kirichenko, A. V. (2013). Efficiency of using protein-vitamin-mineral compound with zeolite tuff into the diets of feeder bulls. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 115–118 (in Russ.).
6. Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V. & Karamaev, S. V. (2021). Colostrum quality of cattle bred with biopreservative silage. Actual problems of veterinary medicine, biotechnology and morphology '21: collection of scientific papers. (pp. 236–240). Kinel (in Russ.).
7. Korepanova, L. V., Starostina, O. S. & Batanov, S. D. (2015). Blood as an indicator of the interior features of hybrid animals. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 10, 26–28 (in Russ.).
8. Kalashnikov, A. P., Fisina, V. I., Shcheglova, V. V. & Kleymenova, N. I. (Eds.). (2003). *Rates and rations for feeding farm animals*. Moscow (in Russ.).

Информация об авторах

Г. А. Симонов – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник;
М. А. Степурина – аспирант;
А. Т. Варакин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
В. В. Саломатин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
В. С. Зотеев – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

G. A. Simonov – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher;
M. A. Stepurina – post-graduate student;
A. T. Varakin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
V. V. Salomatin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
V. S. Zoteev – Doctor of Biological Sciences, Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 10.01.2022; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 10.03.2022.

The article was submitted 10.01.2022; approved after reviewing 21.02.2022; accepted for publication 10.03.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.0.034

doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_80

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОГО ЖИРА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ
КОРОВАМ СЕНАЖА С БИОКОНСЕРВАНТОМ**

Николай Александрович Миронов¹, Анна Сергеевна Карамаева², Сергей Владимирович Карамаев^{3✉}

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

¹Nik.mironov@bk.ru

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

³KaramaevSV@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

Цель исследований – повышение качества и питательной ценности сенажа из люцерны за счёт использования при заготовке биоконсерванта «ГринГрас 3х3». Исследования проводили в условиях молочного комплекса ООО «Радна» Самарской области. Материал исследований – сенаж из люцерны, приготовленный с использованием биоконсерванта нового поколения «ГринГрас 3х3». Объект исследований – коровы-первотёлки голштинской породы немецкой селекции и коровы-первотёлки айрширской породы финской селекции. При введении в состав рациона лактирующих коров сенажа с биоконсервантом удои за 305 дней первой лактации увеличились у коров голштинской породы на 6,2%, айрширской – на 7,7%; содержание жира в молоке, соответственно, на 0,09 и 0,07%; белка – на 0,11 и 0,13%. Разделив лактационный период на три части, в соответствии с физиологическим состоянием коров, установлено, что в первые 100 дней лактации увеличение удоев составляет 10,3-11,6%, во вторые 100 дней – 3,3-7,3% и в третьи 100 дней – 0,9-3,1%. Разница между контрольными и опытными группами по содержанию жира и белка в молоке сохраняется до окончания лактации. В структуре жировых шариков молока коров опытных групп доля с диаметром 3 мкм и более увеличилась на 1,41 и 3,69%, что составило 48,16 и 51,72% от общего числа жировых шариков в молочном жире и значительно улучшило технологические свойства молока. Расход молока на производство 1 кг масла снизился у коров голштинской породы на 2,4%, айрширской – на 2,3%, выход масла, при этом, увеличился, соответственно, на 3,0 и 2,4%.

Ключевые слова: сенаж, биоконсервант, порода, коровы, молоко, молочный жир.

Для цитирования: Миронов Н. А., Карамаева А. С., Карамаев С. В. Технологические свойства молочного жира при скормливаниях коровам сенажа с биоконсервантом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №1. С. 80–86. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_80

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF MILK FAT IN FEEDING FOR COWS
OF HAY WITH BIOCONSERVANT**

Nikolai A. Mironov¹, Anna S. Karamaeva², Sergei V. Karamaev^{3✉}

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

¹Nik.mironov@bk.ru

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

³KaramaevSV@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

The purpose of the research is to improve the quality and nutritional value of alfalfa haylage due to the use of the «GreenGrass 3x3» bioconservative during harvesting. The research was carried out on the dairy complex of LLC «Radna» of the Samara region. The research material is alfalfa haylage prepared with «GreenGrass 3x3» a bioconservative of a new generation. The object of research is the Holstein first-calf cows of German breed and the first-calf

cows of the Ayrshire breed of the Finnish selection. When haylage with bioconservative introduced into the diet of lactating cows, milk yield for 305 days of the first lactation increased from Holstein cows by 6.2%, Ayrshire cows – by 7.7%; the fat content in milk, respectively, by 0.09 and 0.07%; protein – by 0.11 and 0.13%. Dividing the lactation period into three parts, in accordance with the physiological state of cows, it was found that during the first 100 days of lactation, the increase of milk yields is 10.3-11.6%, the second portion of 100 days – 3.3-7.3% and the third one of 100 days – 0.9-3.1%. The difference between the control and experimental groups in terms of fat and protein content in milk remains until the end of lactation. In the portion of fat globules of milk from cows of the experimental groups, the proportion with a diameter of 3 microns or more increased by 1.41 and 3.69%, which amounted to 48.16 and 51.72% of the total number of fat globules in milk fat and significantly improved the processing properties of milk. Milk consumption for the production of 1 kg of butter decreased in regard to Holstein cows by 2.4%, Ayrshire – by 2.3%, while the butter output increased, respectively, by 3.0 and 2.4%.

Key words: haylage, biopreservative, breed, cows, milk, milk fat.

For citation: Mironov, N. A., Karamaeva, A. S. & Karamaev, S. V. (2022). Processing behaviour of milk fat when cows are given biopreservative haylage silage into their diet. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 80–86 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_80

Состояние жизненного уровня населения в любой стране неразрывно связано с производством и потреблением высококачественных биологически полноценных продуктов питания. Наиболее распространёнными и доступными для всех слоёв населения являются молочные продукты. В соответствии с медицинскими нормами взрослый человек должен потреблять в год цельного молока 172 кг, сливочного масла – 5,5 кг, сметаны – 7,5 кг, творога – 7,3, сыра – 5,5 кг. Для удовлетворения данных потребностей ежегодно на душу населения должно производиться 365 кг молока. Основной проблемой при решении этой задачи в России является то, что смена экономического курса в 1991 году привела к банкротству большого числа сельскохозяйственных предприятий, в результате чего поголовье коров сократилось в 8 раз. Поэтому в настоящее время молочная промышленность обеспечена сырьём собственного производства только на 64% [3-5, 9].

Для решения проблемы обеспечения населения страны натуральным молоком и молочными продуктами выбран интенсивный путь, когда ставка делается не на увеличение поголовья коров, а на величину удоя. В связи с этим проводится работа по совершенствованию племенных и продуктивных качеств наиболее распространённых в России пород крупного рогатого скота. В этих целях широко проводится использование мирового генофонда, в большом количестве завозится биологический материал, быки-производители, маточное поголовье лучших пород молочного направления продуктивности [1, 6, 7, 10].

Эффективность использования импортного скота, адаптации его к местным условиям напрямую зависит от комплекса мероприятий, направленных на максимальную реализацию генетически обусловленного уровня молочной продуктивности коров. Одними из основных таких мероприятий являются улучшение условий кормления и повышение качества кормов [8, 11, 12].

Основным видом корма в рационе крупного рогатого скота являются объёмистые корма, которые представлены в основном сенажом и силосом. Одним из путей повышения энергетической и питательной ценности данных кормов является расширение возделывания бобовых культур. Однако при всех преимуществах бобовых кормовых культур, у них есть очень большой недостаток – низкое содержание сахара в составе сухого вещества, в результате чего исходная зелёная масса плохо силосуется. Чтобы повысить качество заготавливаемых кормов и сохранность питательных веществ в процессе хранения, широко используют различные консервирующие препараты. Особенностью биологических консервантов является то, что в их состав входят штаммы молочнокислых, пропионово-кислых, спорообразующих бактерий, ферменты, комплексы аминокислот, витамины и микроэлементы. Поэтому очень важно знать, какое влияние окажут корма, приготовленные с использованием биоконсервантов, на химический состав и технологические свойства молока [2, 13-15].

Цель исследований – повышение качества и питательной ценности сенажа из люцерны за счёт использования при заготовке биоконсерванта «ГринГрас 3х3».

Задачи исследований – изучить влияние сенажа с биоконсервантом «ГринГрас 3х3», при скормливания в составе кормосмеси лактирующим коровам молочных пород, на содержание молочного жира в молоке и его технологические свойства.

Материал и методы исследований. Работа выполнялась в соответствии с научной тематикой НИР ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» №ГР 01.201376401. Исследования проведены в условиях современного комплекса по производству молока ООО «Радна» Самарской области. Материал исследований – сенаж из люцерны, приготовленный с использованием биоконсерванта нового поколения «ГринГрас 3х3» (сухой комплексный биологический консервант, предназначенный для приготовления трудноsilосуемых кормов). «ГринГрас 3х3» вводили в исходную зелёную массу в виде рабочего раствора (5 г сухого препарата на 3 л воды) при помощи специального распылителя – дозатора, навешенного на трактор. Норма внесения рабочего раствора – 3 л на тонну растительной массы, подвяленной до влажности 55-60%. Толщина обрабатываемого слоя зелёной массы не более 30 см.

Объект исследований – коровы-первотёлки голштинской и айрширской пород. Из отобранных животных были сформированы четыре группы по 24 головы в каждой: I (контрольная) – коровы-первотёлки голштинской породы и II (контрольная) – коровы-первотёлки айрширской породы получали сенаж без консерванта в количестве 24 кг; III (опытная) – коровы-первотёлки голштинской породы и IV (опытная) – коровы-первотёлки айрширской породы получали сенаж с биоконсервантом «ГринГрас 3х3» в количестве 24 кг.

Сенаж для скормливания начинали использовать через 2 месяца после закладки траншеи. Величину удоя коров определяли через автоматическую систему управления стадом «АльПро». Раз в месяц брали средние пробы молока, которые отправляли на анализ в испытательную научно-исследовательскую лабораторию при Самарском ГАУ. Исследования средних проб молока проводили на сертифицированном оборудовании по общепринятым методикам.

Результаты исследований. При интенсивной технологии производства молока, чтобы достичь оптимального обеспечения коров необходимым количеством питательных веществ в течение всей лактации, необходимо всё поголовье лактирующих животных делить на технологические группы в соответствии с их физиологическим состоянием и для каждой группы составлять специальный рацион с учётом величины удоя. Одним из основных мероприятий по реализации обусловленного уровня молочной продуктивности коров является укрепление кормовой базы и повышение качества кормов. В связи с этим очень важно знать, как реагируют коровы разных пород на улучшение качества и повышение питательной ценности объёмистых кормов, являющихся основой их рациона (табл. 1).

Таблица 1

Молочная продуктивность в зависимости от физиологического состояния коров-первотелок

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Удой с 1 по 100 день лактации, кг	3214±83	2924±72	3545±89	3263±76
Удой в расчете на 1 день периода, кг	32,14±0,18	29,24±0,16	35,45±0,21	32,63±0,19
МДЖ, %	3,70±0,02	4,65±0,02	3,79±0,03	4,72±0,02
МДБ, %	3,02±0,02	3,45±0,03	3,13±0,01	3,59±0,02
Удой со 101 по 200 день лактации, кг	2534±61	2351±53	2618±66	2523±58
Удой в расчете на 1 день периода, кг	25,34±0,15	23,51±0,14	26,18±0,18	25,23±0,15
МДЖ, %	3,74±0,03	4,69±0,02	3,84±0,03	4,76±0,02
МДБ, %	3,04±0,02	3,49±0,02	3,16±0,02	3,62±0,03
Удой с 201 по 305 день лактации, кг	1830±49	1569±37	1887±53	1583±41
Удой в расчете на 1 день периода, кг	17,43±0,11	14,94±0,09	17,97±0,13	15,08±0,10
МДЖ, %	3,77±0,03	4,71±0,02	3,86±0,02	4,78±0,02
МДБ, %	3,05±0,02	3,51±0,03	3,17±0,02	3,63±0,02

Исследования показали, что за 100 дней I периода (раздоя) за счёт повышения питательной ценности сенажа, приготовленного с биоконсервантом «ГринГрас 3х3», удой коров голштинской породы увеличился на 331 кг (10,3%; $P<0,01$), айрширской – на 339 кг (11,6%; $P<0,01$). При этом, несмотря на отрицательную корреляцию удоя с содержанием жира и белка в молоке, массовая доля

жира (МДЖ) увеличилась, соответственно по породам на 0,09% ($P<0,05$) и 0,07% ($P<0,05$), а массовая доля белка (МДБ) – на 0,11% ($P<0,001$) и 0,14% ($P<0,001$).

Второй лактационный период (со 101 по 200 день) характеризуется как период производства молока. Однако лактационная деятельность коров такова, что после достижения пика и получения максимального удоя в период раздоя, молочная продуктивность начинает снижаться и остановить этот биологический процесс невозможно, можно лишь повлиять на интенсивность снижения удоев условиями кормления и содержания животных.

Установлено, что в контрольных группах, где коровы получали сенаж, приготовленный без консерванта, за вторые 100 дней лактации у голштинской породы удой снизился на 680 кг (21,2%; $P<0,001$), у айрширской – на 573 кг (19,6%; $P<0,001$). В III и IV группах, где коровы получали сенаж с биоконсервантом, снижение удоев, по сравнению с первым периодом, составило соответственно 927 кг (26,1%; $P<0,001$) и 740 кг (22,7%; $P<0,001$). При этом увеличение удоев у коров в опытных группах, за счёт введения в рацион сенажа с биоконсервантом, составило соответственно 84 кг молока (3,3 %) на 172 кг (7,3%). Но МДЖ в молоке коров опытных групп повысилась на 0,10% ($P<0,05$) (у голштинской породы), и на 0,07% ($P<0,05$) (у айрширской); МДБ, соответственно на 0,12% ($P<0,001$) и на 0,13% ($P<0,01$).

В третий период, который предшествует завершению лактации и запуску коровы, удой в контрольных группах снизился, по сравнению со вторым периодом, на 704 кг (27,8%; $P<0,001$) и 782 кг (33,3%; $P<0,001$); в опытных группах, соответственно на 731 кг (27,9%; $P<0,001$) и 940 кг (37,3%; $P<0,001$). Удои коров за третий период у животных контрольных и опытных групп практически выровнялись. Разница у коров голштинской породы составила 57 кг молока (3,1%), у айрширской – 14 кг (0,9%). При этом, МДЖ в молоке коров опытных групп увеличилась, соответственно по породам на 0,09% ($P<0,05$) и 0,07% ($P<0,05$), МДБ – на 0,12% ($P<0,001$) и 0,12% ($P<0,001$).

Полученные результаты показали, что увеличение питательности сенажа за счёт использования при заготовке биоконсерванта «ГринГрас 3х3», позволяет увеличить удои коров на статистически достоверную величину только в период раздоя, используя полностью при этом внутренние резервы организма. В результате к концу лактации величина удоев коров контрольных и опытных групп практически выравнивается. Однако следует отметить, что у животных опытных групп значительно повышается качество молока, и высокодостоверная разница по МДЖ и МДБ сохраняется до окончания лактации.

При оценке качества молока, как сырья для перерабатывающей промышленности, наибольший интерес с точки зрения биологической и пищевой ценности, представляют молочный жир и белок. Первым продуктом, который человек выделил из молока, является молочный жир. С тех давних пор маслоделие считается одной из важных отраслей молочной промышленности. Как отмечают основоположники молочного дела в России Г. С. Инихов, П. В. Кугенев и Н. В. Барабанщиков, жир – это самая грубодисперсная фракция молока, которая находится в нём в виде жировых шариков, диаметр которых колеблется в пределах от 0,1 до 10 мкм [5].

Исследования показали, что несмотря на значительные различия по МДЖ в молоке коров голштинской и айрширской пород, диаметр жировых шариков был примерно одинаковый. При этом концентрация жировых шариков в молоке коров айрширской породы была выше в контрольной группе на 1,80 млрд/мл (43,1%; $P<0,001$), в опытной – на 1,82 млрд/мл (37,4%; $P<0,001$). В структуре жировых шариков у коров опытных групп доля с диаметром 0,1-1 мкм снизилась у голштинской породы на 2,65%, айрширской – на 1,41%, доля с диаметром 1-3 мкм у коров голштинской породы повысилась на 1,24%, у айрширской снизилась на 2,28%, доля с диаметром 3-6 мкм, повысилась соответственно по породам на 0,17 и 3,56%, с диаметром 6-10 мкм – на 1,24 и 0,13%. Таким образом, в молоке коров изучаемых пород большая часть жировых шариков от (48,16 до 51,72%) имели диаметр в пределах 3-6 мкм, что является желательным показателем при маслоделии (табл. 2).

Содержание молочного жира в молоке, его химический состав и структура оказывают решающее влияние на технологические свойства при производстве масла (табл. 3)

При сепарировании молока коров контрольных групп установлено, что выход сливок из молока коров айрширской породы выше, чем у голштинской, на 1,07 кг (27,2%; $P<0,001$). Введение в состав рациона сенажа с биоконсервантом позволило увеличить выход сливок из молока коров

голландской породы на 0,12 кг (31%; $P<0,05$), айрширской – на 0,12 кг (2,4%; $P<0,05$). Разница между породами, при этом, не изменилась.

Таблица 2

Характеристика жировых шариков в молоке

Диаметр жировых шариков, мкм	Группа							
	I		II		III		IV	
	Количество жировых шариков							
	млрд/мл	%	млрд/мл	%	млрд/мл	%	млрд/мл	%
0,1-1	0,48±0,01	11,48	0,54±0,01	9,03	0,43±0,01	8,83	0,51±0,01	7,62
1-3	1,15±0,01	27,51	1,87±0,01	31,27	1,40±0,01	28,75	1,94±0,02	28,99
3-6	2,13±0,01	50,96	2,88±0,02	48,16	2,49±0,02	51,13	3,46±0,03	51,72
6-10	0,42±0,01	10,05	0,69±0,01	11,54	0,55±0,01	11,29	0,78±0,01	11,67
Всего жировых шариков	4,18±0,03	100	5,98±0,05	100	4,87±0,04	100	6,69±0,06	100

Таблица 3

Технологические свойства молочного жира

Показатель	Группа			
	I	II	II	IV
Переработано молока, кг	38	38	38	38
Содержание жира в молоке, %	3,70±0,02	4,65±0,03	3,78±0,03	4,75±0,04
Получено сливок 35% жирности, кг	3,94±0,03	5,01±0,04	4,06±0,03	5,13±0,03
Содержание жира в обрате, %	0,05±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,03±0,01
Расход молока на получение 1 кг сливок, кг	9,64±0,19	7,58±0,15	9,36±0,16	7,41±0,14
Использование молочного жира при сепарировании, %	98,65±0,05	99,14±0,03	98,94±0,06	99,37±0,04
Кислотность сливок, °Т	15,0±0,17	15,2±0,19	14,8±0,21	15,4±0,13
Продолжительность сбивания сливок, мин	18,2±0,24	15,9±0,22	16,9±0,27	14,6±0,18
Получено пахты, кг	2,27±0,02	2,89±0,02	2,34±0,02	2,96±0,02
Содержание жира в пахте, %	0,74±0,01	0,56±0,01	0,71±0,01	0,49±0,01
Получено масла, кг	1,67±0,01	2,12±0,01	1,72±0,01	2,17±0,01
Расход молока на получение 1 кг масла, кг	23,46±0,52	17,92±0,39	22,89±0,45	17,51±0,34
Использование молочного жира при сбивании, %	97,88±0,05	98,40±0,05	97,96±0,06	98,60±0,04

За счёт того что доля жировых шариков с большим диаметром в молочном жире коров опытных групп увеличилась, потери с молочным жиром в обрате при сепарировании снизились на 0,01%. В результате расход молока на получение 1 кг сливок 35% жирности снизился у коров III группы на 0,28 кг (2,9%), IV группы – на 0,17 кг (2,2%), а использование молочного жира при сепарировании увеличилось, соответственно, на 0,29 и 0,23%

Увеличение доли жировых шариков диаметром 3 мкм и больше способствует сокращению времени образования масляного зерна при сбивании сливок из молока коров голштинской породы на 1,3 мин (7,1%; $P<0,05$), айрширской породы – на 1,3 мин (8,2%; $P<0,01$). В результате сбивания сливок из молока коров III группы масла получено больше на 0,05 кг (3,0%; $P<0,001$), из молока коров IV группы – на 0,05 кг (2,4%; $P<0,01$). Расход молока на получение 1 кг масла снизился, соответственно, на 0,57 кг (2,4%) и 0,41 кг (2,3%), а использование молочного жира при сбивании, наоборот, увеличилось на 0,08 и 0,20%

Заключение. При введении в состав рациона лактирующих коров голштинской и айрширской пород сенажа с биоконсервантом «ГринГрас 3х3» удои за 305 дней в первой лактации увеличились на 6,2-7,7%, содержание жира в молоке, соответственно, на 0,09 и 0,07%, белка – на 0,11 и 0,13%. В молочном жире коров опытных групп доля жировых шариков диаметром 3 мкм и более увеличилась на 1,41 и 3,69%, что улучшило технологические свойства молока при производстве масла. Расход молока на производство 1 кг масла снизился у коров голштинской породы на 2,4%, у айрширской – на 2,3%, выход масла увеличился, соответственно, на 3,0 и 2,4%.

Список источников

1. Батанов С. Д., Ушакова О. Ю. Пробиотик Бацелл и пребиотик Лактаид в рационах молочных коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2013. № 11. С. 26–34.

2. Варакин А. Т., Саломатин В. В. Молочная продуктивность коров при скармливании люцернового силоса, заготовленного с новым консервантом // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. №2. С. 90–94.
3. Дунин И. М., Тяпугин С. Е., Мещеров Р. К. Племенные ресурсы голштинской породы скота: состояние и результаты использования // Зоотехния. 2019. №5. С. 8–11.
4. Дунин И. М., Мещеров Р. К., Тяпугин С. Е., Ходыков В. П., Аджибеков В. К., Тяпугин Е. Е. Состояние и перспективы развития молочного скотоводства в Российской Федерации // Зоотехния. 2020. №2. С. 2–5.
5. Карамаев С. В., Карамаева А. С., Соболева Н. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отёла : монография. Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. 181 с.
6. Карамаев С. В., Бакаева Л. Н., Карамаева А. С., Соболева Н. В., Карамаев В. С. Разведение скота голштинской породы в Среднем Поволжье : монография. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. 214 с.
7. Карамаев С. В., Бакаева Л. Н., Карамаева А. С., Соболева Н. В. Качество малозива и влияние на него генетических и паратипических факторов : монография. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. 185 с.
8. Клименко В. П., Косолапов В. М., Логутков А. В. Применение биопрепаратов для приготовления силоса и сенажа из бобовых трав // Зоотехния. 2017. №1. С. 12–15.
9. Косарева М. С., Валитов Х. З., Соболева Н. В., Карамаев С. В., Гладилкина Л. В. Влияние способа содержания коров на их продуктивное долголетие и интенсивность выбытия из стада // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. №3 (15). С. 149–151.
10. Ляшенко В. В., Ситникова И. В. Молочная продуктивность и качество молока голштинских коров-первотелок разной селекции // Зоотехния. 2013. №9. С. 18–19.
11. Левахин В. И., Ажмулдинов Е. А., Титов М. Г., Ласыгина Ю. А. Влияние кормов из козлятника восточного и люцерны на мясную и биологическую ценность мяса бычков симментальской породы // Кормопроизводство. 2014. №10. С. 40–44.
12. Погосян Д. Г., Ляшенко В. В. Влияние «защищённого» протеина кормовых бобов на показатели молочной продуктивности коров // Молочно-хозяйственный вестник. 2017. №1 (25) С. 42–47.
13. Соболева Н. В., Карамаев С. В., Ефремов А. А. Технологические свойства молока коров разных пород в зависимости от количества соматических клеток // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. №4 (28). С. 112–114.
14. Тагиров Х. Х., Фисенко Н. В. Качество и кормовые достоинства сенажа из люцерны с использованием консервантов «Лаксил» и «Силостан» // Вестник мясного скотоводства. 2017. №3 (99). С. 166–170.
15. Тагиров Х. Х., Исхаков Р. С., Фисенко Н. В. Гематологические и биохимические показатели при скармливании бычкам сенажа, консервированного силостаном и лаксилом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 54–58.

References

1. Batanov, S. D. & Ushakova, O. Yu. (2013). Probiotic Bacell and prebiotic Lactacid in diets of dairy cows. *Kormlenie seliskokhoziaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*, 11, 26–34 (in Russ.).
2. Varakin, A. T. & Salomatin, V. V. (2012). Dairy productivity of cows when feeding alfalfa silage harvested with a new preservative. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, 2, 90–94 (in Russ.).
3. Dunin, I. M., Tyapugin, S. E. & Meshcherov, R. K. (2019). Pedigree opportunities of the Holstein breed: state and results of use. *Zootekhniiya (Zootechniya)*, 5, 8–11 (in Russ.).
4. Dunin, I. M., Meshcherov, R. K., Tyapugin, S. E., Khodykov, V. P., Adzhibekov, V. K. & Tyapugin, E. E. (2020). Status and prospects for the development of dairy cattle breeding in Russian Federation. *Zootekhniiya (Zootechniya)*, 2, 2–5 (in Russ.).
5. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S. & Soboleva, N. V. (2016). *Processing properties of milk of dairy cows depending on the calving season*. Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
6. Karamaev, S. V., Bakaeva, L. N., Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V. & Karamaev, V. S. (2018). *Breeding of Holstein cattle in the Middle Volga region*. Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
7. Karamaev, S. V., Bakaeva, L. N., Karamaeva, A. S. & Soboleva, N. V. (2020). *Colostrum quality and influence of genetic and paratypic factors on it*. Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).
8. Klimenko, V. P., Kosolapov, V. M. & Logutov, A. V. (2017). The use of biologies for the preparation of silage and legume haylage. *Zootekhniiya (Zootechniya)*, 1, 12–15 (in Russ.).

9. Kosareva, M. S., Valitov, Kh. Z., Soboleva, N. V., Karamaev, S. V. & Gladilkina, L. V. (2007). Influence of feeding of cows on their productive longevity and intensity of leaving the herd of cattle. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 3 (15), 149–151 (in Russ.).
10. Lyashenko, V. V. & Sitnikova, I. V. (2013). Milk productivity and quality of Holstein cows of different breeding. *Zootekhniya (Zootechniya)*, 9, 18–19 (in Russ.).
11. Levakhin, V. I., Azhmuldinov, E. A., Titov, M. G. & Lasygina, Yu. A. (2014). Influence of fodder galega and alfalfa feed on meat and biological value from Simmental bulls. *Kormoproizvodstvo (Fodder Production)*, 10, 40–44 (in Russ.).
12. Pogosyan, D. G. & Lyashenko, V. V. (2017). Influence of the «protected» protein from fodder beans on indicators of milk productivity of cows. *Molochno-hozyajstvennyj vestnik (Molochnokhozyayistvenny vestnik)*, 1 (25), 42–47 (in Russ.).
13. Soboleva, N. V., Karamaev, S. V. & Efremov, A. A. (2010). Processing properties of milk of cows of different breeds depending on the number of histosyte. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 4 (28), 112–114 (in Russ.).
14. Tagirov, Kh. Kh. & Fisenko, N. V. (2017). Quality and nutritional advantages of alfalfa haylage with the use of preservatives «Laxil» and «Silostan». *Vestnik miasnogo skotovodstva (The Herald of Beef Cattle Breeding)*, 3 (99), 166–170 (in Russ.).
15. Tagirov, Kh. Kh., Iskhakov, R. S. & Fisenko, N. V. (2018). Hematological and biochemical parameters of feed for bulls with silostan and laxil doubled haylage. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 54–58 (In Russ.).

Информация об авторах

Н. А. Миронов – аспирант;

А. С. Карамеева – кандидат биологических наук, доцент;

С. В. Карамеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about authors

N. A. Mironov – postgraduate student;

A. S. Karamaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

S. V. Karamaev – doctor of agricultural sciences, professor.

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

Author Contributions: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 23.01.2022; одобрена после рецензирования 16.02.2022; принята к публикации 18.03.2022.

The article was submitted 23.01.2022; approved after reviewing 16.02.2022; accepted for publication 18.03.2022.

Содержание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Троц Н. М., Боровкова Н. В., Соловьев А. А. Оценка эффективности фосфогипса на посевах ярового ячменя...	3
Зубкова Т. В. (Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина), Виноградов Д. В. (Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева) Морфо-биохимические особенности и продуктивность рапса при использовании цеолитов в условиях Липецкой области.....	12
Перцева Е. В., Васин В. Г., Киселева Л. В. Фитосанитарное состояние посевов чечевицы в условиях Самарской области.....	20

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Курочкин А. А. (Пензенский государственный технологический университет), Фролов Д. И. (Пензенский государственный технологический университет) Влияние размерных характеристик матрицы экструдера на свойства получаемого экструдата.....	28
Милюткин В. А., Иванов В. А., Попов А. В. Перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС.....	38

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Баймишев Х. Б. (Самарский государственный аграрный университет), Баймишев М. Х. (Самарский государственный аграрный университет), Еремин С. П. (Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия) Морфо-биохимические показатели крови коров в зависимости от периода лактации.....	48
Слесаренко Н. А. (Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина), Широкова Е. О. (Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина), Белякова А. П. (Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина) Морфо-эхографические показатели состояния матки у крупного рогатого скота.....	54
Баймишев Х. Б. (Самарский государственный аграрный университет), Баймишев М. Х. (Самарский государственный аграрный университет), Еремин С. П. (Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия), Баймишева С. А. (Самарский государственный аграрный университет) Коррекция обмена веществ у коров перед отелом.....	61
Баймухамбетов Р. К. (Оренбургский государственный аграрный университет) Васкуляризация почек овец южноуральской породы.....	67
Симонов Г. А. (Вологодский научный центр РАН, Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства), Степурина М. А. (Волгоградский государственный аграрный университет), Варакин А. Т. (Волгоградский государственный аграрный университет), Саломатин В. В. (Волгоградский государственный аграрный университет), Зотеев В. С. (Самарский государственный аграрный университет) Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров.....	73
Миронов Н. А., Карамаева А. С., Карамаев С. В. Технологические свойства молочного жира при скармливании коровам сенажа с биоконсервантом.....	80

Contents

AGRICULTURE

<i>Trots N. M., Borovkova N. V., Soloviev A. A.</i> Efficiency of phosphogypsum in agroecosis of spring barley.....	3
<i>Zubkova T. V. (Yelets State University named after I. A. Bunin), Vinogradov D. V. (Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev).</i> Morpho-biochemical features and rapeseed productivity when using zeolites growing in the conditions of the Lipetsk region.....	12
<i>Pertseva E. V., Vasin V. G., Kiseleva L. V.</i> Phytosanitary condition of lentil crops growing in the samara region.....	20

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Kurochkin A. A. (Penza State Technological University), Frolov D. I. (Penza State Technological University)</i> Influence of dimensional characteristics of the extruder matrix on the properties of extrudate.....	28
<i>Milutkin V. A., Ivanov V. A., Popov A. V.</i> Advanced engineering and technology for application of liquid nitrogen chemical fertilizer carbamide-ammonia mixture based.....	38

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Baymishev H. B. (Samara State Agrarian University), Baymishev M. H. (Samara State Agrarian University), Eremin S. P. (Nizhny Novgorod State Agricultural Academy)</i> Morpho-chemistry blood values of a cow depending on lactation period.....	48
<i>Slesarenko N. A. (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin), Shirokova E. O. (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin), Belyakova A. P. (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin)</i> Morpho-sonographic indicants of a cattle dam.....	54
<i>Baymishev H. B. (Samara State Agrarian University), Baymishev M. H. (Samara State Agrarian University), Eremin S. P. (Nizhny Novgorod State Agricultural Academy), Baymisheva S. A. (Samara State Agrarian University)</i> Correction of cow metabolism before calving.....	61
<i>Baimukhambetov R. K. (Orenburg State Agrarian University)</i> Vascularization of kidneys of south ural sheep.....	67
<i>Simonov G. A. (Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, North-Western Research Institute of Dairy and Pasture Animal Husbandry), Stepurina M. A. (Volgograd State Agrarian University), Varakin A. T. (Volgograd State Agrarian University), Salomatin V. V. (Volgograd State Agrarian University), Zoteev V. S. (Samara State Agrarian University)</i> Effect of mineral supplement on blood serum total protein and its fractions of a cattle.....	73
<i>Mironov N. A., Karamaeva A. S., Karamaev S. V.</i> Processing behaviour of milk fat when cows are given bio-preservative haylage silage into their diet.....	80

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 собственные новые, не опубликованные ранее основные научные результаты по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

- 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки),
- 05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки),
- 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.04 – агрохимия (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.01.07 – защита растений (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные, биологические науки),
- 06.02.06 – ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных (ветеринарные, биологические, сельскохозяйственные науки),
- 06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные, биологические 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, *заклучение*.

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. Прикладывается 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 НОРМ 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 двух-факторной схеме в 4-кратной повторности. Изучено качество зерна ярового тритикале в зависимости от норм высева и обработки гербицидами (Магnum + 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-...>

²ngsha-kancel-2@bk.ru, <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. *Dostizheniya 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

A. A. Куконкова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
M. B. 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.

Уважаемые авторы!

Обратите внимание, на основании рекомендаций Высшей аттестационной комиссии (ВАК) приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 года № 118 утверждена новая номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.

Многие специальности полностью совпадают, меняется только шифр. Если в новой номенклатуре специальность, по которой Вы готовитесь к защите, не изменилась, продолжаете писать и публиковать статьи в обычном режиме. Журнал принимает такие статьи без каких-либо изменений.

Защиты по старой номенклатуре будут идти до 16 октября 2022 года.

По специальностям, которые отсутствуют в новой номенклатуре, журнал будет принимать статьи до 15 июля 2022 года.

Специальность новой номенклатуры, которая полностью совпадает со старой номенклатурой:

- 06.01.01 – Общее земледелие и растениеводство (новый шифр 4.1.1)

Специальности новой номенклатуры, частично изменившие название:

- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (новый шифр);
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (новый шифр);
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (новый шифр);
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (новый шифр);
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (новый шифр);
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (новый шифр).