



DOI 10.55471/19973225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2022

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ

Выпуск 3

JULY-SEPTEMBER Iss. 3/2022

16+



ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ Вып.3/2022

Самара 2022

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

JULY-SEPTEMBER Iss.3/2022

Samara 2022

УДК 619
I33

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Вып.3/2022

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.

Троц Наталья Михайловна – д-р с.-х. наук, проф. кафедры землеустройства, почвоведения и агрохимии Самарского ГАУ.

Шевченко Сергей Николаевич – академик РАН, д-р с.-х. наук, директор СамНЦ РАН.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Редакция научного журнала:

Петрова С. С. – ответственный редактор

Меньшова Е. А. – технический редактор

Федорова Л. П. – корректор

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

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

Тел.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460

Цена свободная

Подписано в печать 14.07.2022

Формат 60×84/8. Печ. л. 8,25

Тираж 1000. Заказ №2021

Дата выхода 28.07.2022

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.3/2022

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Edition science journal:

Petrova S. S. – editor-in-chief

Menshova E. A. – technical editor

Fedorova L. P. – proofreader

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

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

Tel.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

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

Price undefined

Signed in print 14.07.2022

Format 60×84/8. Printed sheets 8.25

Print run 1000. Edition №2021

Publishing date 28.07.2022

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 631.5:631.86

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_3

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ
УДОБРЕНИЙ И БИОФУНГИЦИДА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**Владимир Николаевич Фомин^{1✉}, Алексей Михайлович Козин², Ильмир Ильфатович Мардиев³,
Рашит Гарафович Хуснутдинов⁴**

^{1, 2, 3, 4} Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, Казань, Республика Татарстан, Россия

¹tipka2015@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0967-4194>

²kozina.svetlana@tatar.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4403-8866>

³ilmir.mardiev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4932-7541>

⁴husnutdinov.r.g@bionovatic.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0300-4897>

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы за счёт применения стимуляторов роста, микробиологических удобрений, биофунгицида в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый. Основной фактор, влияющий на продуктивность, урожайность, содержание клейковины, уровень рентабельности – макро- и микроудобрения, стимуляторы роста. Влияние препарата пекацид менее существенно. Применение стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в посевах озимой пшеницы повышало фотосинтетическую деятельность посевов, урожайность и качество зерна. Наибольшая урожайность (5,14 т/га) и прибавка (750 кг/га) получены при применении баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S + Stimax). Несколько меньшая урожайность (5,03 т/га) получена при использовании четырехкомпонентной баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S). На третьем месте вариант (Biodux + Organit P + Organit N + Пекацид), где с 1 га собрано 4,84 т/га. В вариантах баковых смесей, с применением пекацида, процент клейковины растет по сравнению с контролем. Применение препарата пекацид для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без применения препарата. Использование баковых смесей совместно с препаратом пекацид в посевах озимой пшеницы по сравнению с применением препаратов отдельно (2 и 3 варианты) более эффективно и способствует повышению чистого дохода и уровня рентабельности.

Ключевые слова: озимая пшеница, биопрепарат, стабилизатор pH воды, урожайность, фотосинтез, площадь листовой поверхности, качество зерна.

Для цитирования: Фомин В. Н., Козин А. М., Мардиев И. И., Хуснутдинов Р. Г. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от биопрепаратов и стабилизатора pH воды в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 3–13. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_3

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF WINTER WHEAT CROPS DEPENDING ON GROWTH STIMULANTS, MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS AND BIOFUNGICIDE IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Vladimir N. Fomin^{1✉}, Alexey M. Kozin², Ilmir I. Mardiev³, Rashit G. Husnutdinov⁴

^{1, 2, 3, 4}Tatar Institute of Retraining of Agribusiness Personnel, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

¹tipka2015@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0967-4194>

²kozina.svetlana@tatar.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4403-8866>

³ilmir.mardiev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4932-7541>

⁴husnutdinov.r.g@bionovatic.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0300-4897>

The purpose of the research is to increase the yield of winter wheat using growth stimulants, microbiological fertilizers, biofungicide in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The soil of the experimental site is leached chernozem, medium loamy. The main factor affecting productivity, yield, gluten content, profitability level are macro- and micro-fertilizers, growth stimulants. The effect of Pekacid is less significant. The use of growth stimulants, microbiological fertilizers and biofungicide in winter wheat crops increased the photosynthetic activity of crops, yield and grain quality. The highest yield (5.14 t/ha) and an increase (750 kg/ha) were obtained using a tank mixture (Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S + Stimax). A slightly lower yield (5.03 t/ha) was obtained using a four-component tank mixture (Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S). In third place is the variant (Biodux + Organit P + Organit N + Pekacid), where 4.84 t/ha was collected from 1 ha. In variants of tank mixtures, with the use of Pekacid, the percentage of gluten increases compared to the control. The use of Pekacid preparation for foliar top dressing contributed to an increase in yield in all variants of the experiment compared with variants without the use of the preparation. The use of tank mixtures together with the Pekacid preparation in winter wheat crops is more effective compared to the use of preparations separately (variants 2 and 3) and contributes to an increase in net income and profitability.

Keywords: winter wheat, biological preparation, water pH stabilizer, yield, photosynthesis, leaf surface area, grain quality.

For citation: Fomin, V. N., Kozin, A. M., Mardiev, I. I. & Husnutdinov, R. G. (2022). Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on growth stimulants, microbiological fertilizers and biofungicide in the conditions of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 3–13 (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_3

Фотосинтез является основным физиологическим процессом, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку за счет него образуется 90-95% сухого вещества растений. Фотосинтетическая активность растений озимой пшеницы служит биологической основой для формирования урожая. К основным показателям производственного процесса агрофитоценозов относятся площадь ассимилирующей поверхности, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза, которые тесно коррелируют с выходом биомассы [1]. Отмечено, что активная фотосинтетическая активность растений вызывает активацию микроорганизмов – азотфиксаторов и минерализаторов в ризосфере, в итоге обеспечивая увеличение притока доступных форм азота в корневые клетки [2]. Современные системы земледелия должны отвечать требованиям интенсификации и в то же время обеспечивать энерго- и ресурсосбережение без снижения продуктивности возделываемых культур, а также экологическую устойчивость агроценозов. Эти условия выполняются при использовании биологизированного земледелия, когда максимально используются все биологические факторы формирования урожайности сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы [3, 4]. Существует мнение, что в результате глобальной химизации в некоторых почвах определенные виды микроорганизмов находятся на грани исчезновения. Их место занимают микроорганизмы, нетипичные для почвообразующих процессов и эффективного взаимодействия с растениями [5]. Поэтому повышение биогенности почвы за счет интродукции полезных микроорганизмов в результате применения микробиологических препаратов актуально [6].

При ограниченных ресурсах влаги и минерального питания основным фактором, ограничивающим урожайность пшеницы, является недостаточное развитие листовой поверхности [7]. Площадь листьев должна быть оптимальной не только по размеру, но и по ходу роста с течением времени. Важно, чтобы площадь листа быстро достигала оптимального размера и оставалась активной в течение длительного времени. Чем дольше длится период работы листьев на формирование хозяйственно ценных органов, тем выше урожайность [8].

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы за счёт применения стимуляторов роста, микробиологических удобрений, биофунгицида в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Задачи исследований – изучить влияние стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в чистом виде и в баковых смесях на продуктивность, урожайность и качество зерна озимой пшеницы; определить экономическую эффективность применения стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в чистом виде и в баковых смесях.

Материал и методы исследований. В течение трех лет (2019-2021 гг.) проводились исследования на полях хозяйства КФХ «Козина С. В.» Алексеевского муниципального района Республики Татарстан.

Схема опыта. Фактор А – Биопрепараты: 1. Контроль; 2. Stimax; 3. Biodux; 4. Biodux + Organit P + Organit N; 5. Biodux + Organica S; 6. Biodux + Organit P + Organit N + Organica S; 7. Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax.

Фактор В – Смягчитель воды: 1. Без пекацида (контроль); 2. Пекацид.

Минеральные удобрения рассчитывали расчетно-балансовым методом на получение 5 т/га зерна по результатам анализа почвы и местных коэффициентов выноса и использования питательных веществ из почвы и удобрений, предложенным для условий лесостепи А. А. Зиганшиным [9].

Нормы внесения удобрений по годам составили: 2019 г. – $N_{105}P_{115}K_{112}$; 2020 г. – $N_{110}P_{120}K_{112}$; 2021 г. – $N_{103}P_{115}K_{110}$.

Почва опытного поля – выщелоченный чернозем. Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта: гумуса 5,7% (по Тюрину), азота щелочно-гидролизуемого 83 мг/кг (по Корнфилду), подвижных форм фосфора 175 мг, обменного калия 149 мг/кг почвы (по Чирикову), рН солевой вытяжки 6,2 [10].

Агротехника в опыте, кроме изучаемых приемов, общепринятая для зоны [11]. Повторность опыта – трехкратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян. Предшественник – чистый пар. Весной после возобновления вегетации озимой пшеницы проводилась корневая подкормка аммиачной селитрой из расчета 100 кг/га в физическом весе. В фазу кущения проведена обработка посевов озимой пшеницы согласно схеме опыта.

В опыте проводили комплекс учетов и анализов, наблюдений за почвой и растениями, предусмотренных методикой [12]. Площадь листовой поверхности определяли в фазе кущения, выхода в трубку, колошения и молочной спелости методом замера длины и ширины листа с использованием переводного коэффициента.

Общая площадь делянки 108 м², учетная – 90 м². Расположение делянок систематическое. В опыте высевали сорт озимой пшеницы Скипетр.

Сорт Скипетр, оригинатор: А. М. Полетаев, Г. М. Полетаев. Разновидность лютесценс. Куст полустелющийся. Растение короткое, средней длины. Масса 1000 зерен 38-49 г. Вегетационный период 297-338 дней. Зимостойкость повышенная. Высота растений 79-96 см. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне стандарта. Сорт безостый, имеет высокую натуру зерна. Очень отзывчив на повышение агрофона. Хлебопекарные качества хорошие (белок 12,3-15,6%, клейковина 22,1-30,8%, ИДК 65-79 е.п.).

Краткая характеристика препаратов, использованных в полевом опыте.

Пекацид – новое минеральное растворимое удобрение, разработанное для умягчения воды и фертигации щелочно-карбонатных почв. В своем составе содержит 60% пентоксида фосфора (P_2O_5) и 20% оксида калия (K_2O). Сильно подкисляет воду (рН 2,2). Пекацид устраняет подщелачивание

почвы, недоступность фосфора, повышает урожайность и качество культур за счет увеличения доступности макро- и микроэлементов путем поддержания оптимального почвенного и водного pH. Норма расхода – 0,1 кг/га [13].

Stimax – биостимулятор растений, созданный на основе морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, содержит свободные аминокислоты и полисахариды, а также сбалансированный набор макро- и микроэлементов. Применяется для регуляции и стимуляции необходимых физиологических процессов в растении. Состав: азот общий 19%, фосфор водорастворимый (P_2O_5) 19%, калий (K_2O) 19%, магний (MgO) 2%, сера (SO_3) 1,6%, бор (B) 0,01%, железо (Fe) 0,08%, марганец (Mn) 0,04%, цинк (Zn) 0,02%, медь (Cu) 0,005%, молибден (Mo) 0,005%. Прилипатель Фертивант + 1% водный раствор образует стойкий гомогенный раствор. Плотность слеживания 1,25 г/мл. Кислотность (pH 1% раствора) 4,1-4,2. Электропроводность, ЕС, 0,63-0,68 мС/см. Максимальная растворимость в воде ($t = 20^\circ C$) 36,5 г/100 мл. Норма расхода 0,3 л/га [14].

Biodux – комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*. Многоцелевой регулятор роста растений с иммуностимулирующими свойствами. Применяется при выращивании сельскохозяйственных культур всех видов во всех климатических зонах. Используется как при протравливании семенного материала, так и при опрыскивании по листу в течение всего вегетационного периода. Норма расхода – 3 мл/га [15].

Organit P – споры штамма *Bacillus megaterium* (титр не менее 1×10^9 КОЕ/мл). Безопасное и эффективное микробиологическое удобрение, улучшающее минеральное питание растений за счет повышения биодоступности фосфора. Способствует мобилизации труднорастворимых соединений фосфора и калия в почве. Споры *Bacillus megaterium*, содержащиеся в продукте, при попадании в почву активизируются, колонизируют ризосферу культурных растений, проявляя свои полезные свойства в непосредственной близости от корней. В процессе своего роста клетки бактерии растворяют труднодоступные для растений органические и неорганические соединения фосфора. Норма расхода – 0,5 л/га [16].

Organit N – биологическое удобрение, улучшающее азотное питание растения. В основе – клетки штамма *Azospirillum zeae* (титр не менее 1×10^9 КОЕ/мл). Препарат выпускается в форме жидкости. Основная функция препарата – улучшение азотного питания сельскохозяйственных культур за счет способности бактерий в составе биоудобрения фиксировать атмосферный азот, делая его доступным для растения. Позволяет улучшить ростовые характеристики культурных растений за счет синтеза ряда веществ фитогормональной природы. Норма расхода – 0,5 л/га [17].

Orgamica S – биологический фунгицид, содержащий в своей основе жизнеспособные споры *Bacillus amyloliquefaciens* (титр не менее 5×10^9 КОЕ/мл). Препарат применяется для защиты от фитопатогенных грибов и повышения урожайности зерновых, овощных, технических, кормовых, плодовых и ягодных культур, а также декоративно-цветущих растений. Проявляет свои полезные свойства в непосредственной близости от корней и на поверхности листьев. При попадании в благоприятную среду обитания (увлажненная почва, поверхность растения) споры «прорастают», становясь метаболически активными вегетативными клетками, которые подавляют рост или полностью уничтожают вредоносные объекты посредством воздействия антибиотиков и гидролитических ферментов. Норма расхода – 0,5 л/га [18].

Результаты исследований. На формирование листовой поверхности влияют многие факторы, среди которых большое значение имеют метеорологические условия, уровень питания и комплекс мер по уходу за растениями.

Результаты трехлетних исследований показали заметное влияние стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида на увеличение площади листовой поверхности озимой пшеницы сорта Скипетр (табл. 1).

В среднем за три года исследований площадь листовой поверхности озимой пшеницы к фазе кущения колебалась от 22,17 до 26,17 тыс. $m^2/га$. При использовании препарата Stimax её величина составила соответственно 23,2 и 22,8 тыс. $m^2/га$. При использовании баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S + Stimax) она возростала и составила 25,4 и 26,17 тыс. $m^2/га$.

Таблица 1

Площадь листовой поверхности озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, 2019-2021 гг.

№	Вариант (Б)	Смягчитель воды (А)	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га, в среднем за 2019-2021 гг.			
			кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
1	Контроль	без пекацида	22,17	41,33	44,43	27,00
		пекацид	22,60	42,40	45,47	27,80
2	Stimax	без пекацида	22,80	42,97	46,03	28,40
		пекацид	23,20	43,60	47,07	29,73
3	Biodux	без пекацида	23,00	43,80	46,83	29,83
		пекацид	23,20	44,67	47,77	30,40
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	24,33	45,03	48,27	31,87
		пекацид	24,53	46,57	49,30	32,53
5	Biodux + Orgamica S	без пекацида	23,93	44,47	47,83	31,60
		пекацид	24,07	46,03	48,67	32,03
6	Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S	без пекацида	25,07	45,80	49,73	33,03
		пекацид	25,73	47,40	50,87	34,10
7	Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S + Stimax	без пекацида	25,40	46,27	50,23	33,53
		пекацид	26,17	48,00	51,37	34,57
НСР ₀₅ Фактор А			123,79	5,37	5,49	15,45
НСР ₀₅ Фактор Б			90,63	31,36	91,86	68,76
НСР ₀₅ Фактор АБ			2,83	2,41	2,46	2,39

В вариантах с использованием Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax площадь листовой поверхности была выше, чем на контроле, соответственно, на 16,8 и 14,5%.

В фазе выхода в трубку площадь листовой поверхности увеличивалась и составила на контроле без пекацида – 41,33, с пекацидом 42,40 тыс. м²/га. При применении Biodux площадь листовой поверхности составила соответственно 43,8 и 44,67 тыс. м²/га. Наибольшей она была в 7 варианте при использовании пятикомпонентной баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S + Stimax) и составила без пекацида 46,27 тыс. м²/га и с пекацидом – 48,0 тыс. м²/га.

В фазе колошения площадь листовой поверхности несколько увеличилась, однако, закономерность осталась та же. В среднем за 3 года максимальная (48,67 тыс. м²/га) листовая поверхность была сформирована в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax).

К фазе молочной спелости из-за засыхания и опадания нижних листьев площадь листовой поверхности становилась ниже, однако закономерность сохранилась.

Использование стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида особенно в баковых смесях способствовало увеличению площади листовой поверхности во все годы исследований. Использование пекацида для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без пекацида (рис.1-4).

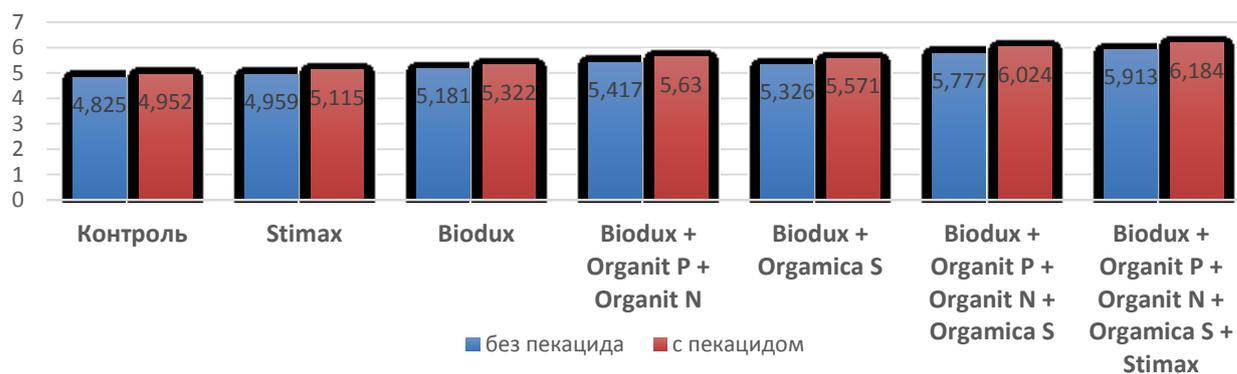
На контроле прибавка урожайности от пекацида составила 60 кг/га, в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax) – 110 кг/га. Высокие прибавки урожайности получены в варианте 5 (Biodux и Orgamica S) и 6 (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S), где прибавка составила 100 кг/га.

Максимальная урожайность озимой пшеницы от внекорневой подкормки (5,14 т/га) получена в 7 варианте. На втором месте по урожайности 6 вариант, где с 1 га собрано 5,03 т/га, и на третьем месте по урожайности вариант 4, где с 1 га получено 4,84 т/га.

Различные схемы ухода за растениями повлияли и на структуру урожая (табл. 2). Практически во всех вариантах опыта использование пекацида положительно сказалось на элементах структуры урожая: массе зерна с 1 колоса, массе 1000 семян.

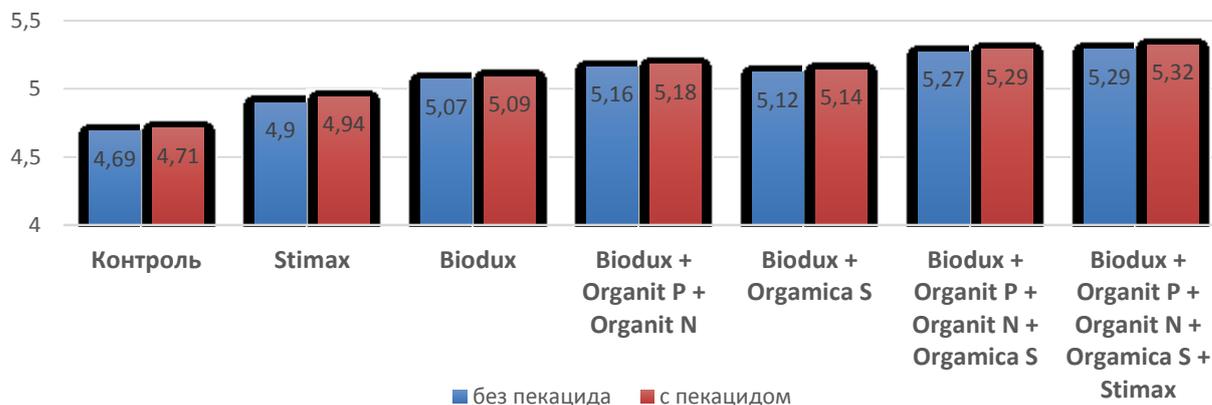
Максимальная масса зерна с 1 колоса была в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax). В данном варианте с использованием пекацида масса зерна с 1 колоса составила 0,918 г и масса 1000 семян – 39,86 г, а без пекацида, соответственно, 0,881 и 38,69 г. Несколько ниже эти показатели получены в 6 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S), где они составили, соответственно, с пекацидом 0,894 и 39,68 г, без пекацида – 0,869 и 39,27 г. Самые низкие показатели

элементов структуры урожая были на контроле и составили соответственно – 0,804 и 37,43 г.



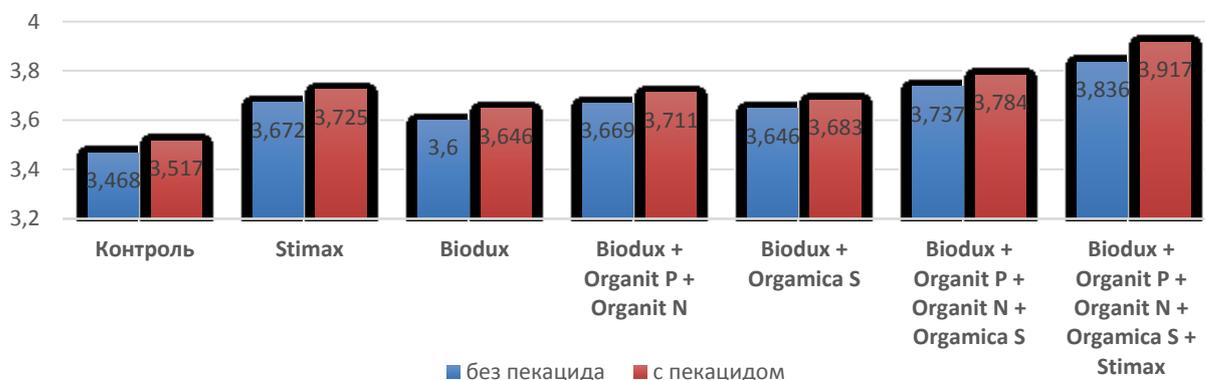
HCP₀₅ Фактор А – 2189,03, HCP₀₅ Фактор Б – 1474,82, HCP₀₅ Фактор АБ – 6,21

Рис. 1. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2019 г.



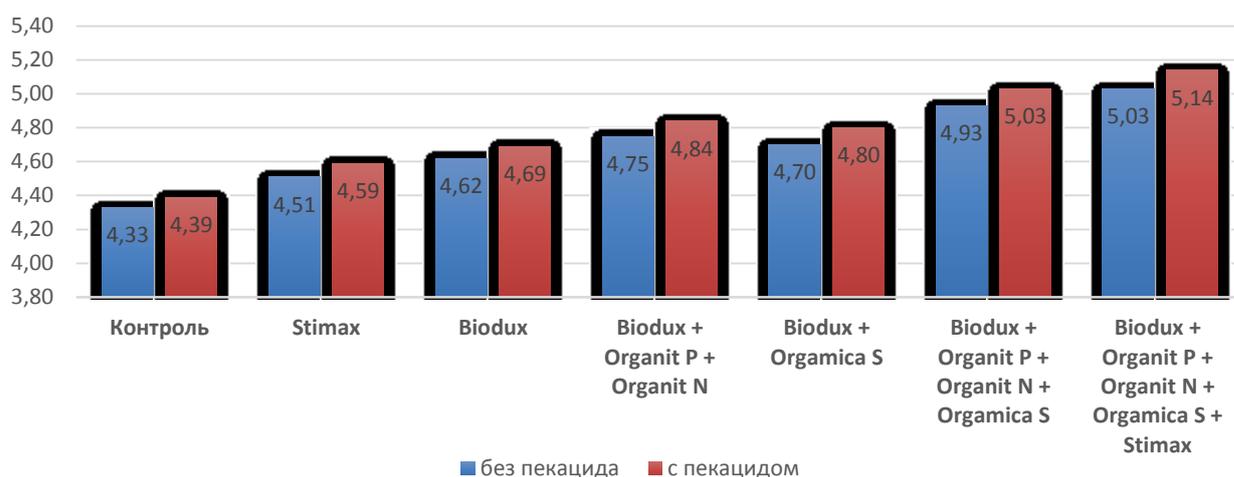
HCP₀₅ Фактор А – 75,05, HCP₀₅ Фактор Б – 13564,34, HCP₀₅ Фактор АБ – 5,25

Рис. 2. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2020 г.



HCP₀₅ Фактор А – 552,04, HCP₀₅ Фактор Б – 184,97, HCP₀₅ Фактор АБ – 2,84

Рис. 3. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2021 г.



НСП₀₅ Фактор А – 4,81, НСП₀₅ Фактор Б – 14,84, НСП₀₅ Фактор АБ – 2,35

Рис. 4. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2019-2021 гг.

Различные схемы ухода за растениями повлияли и на структуру урожая (табл. 2). Практически во всех вариантах опыта использование пекацида положительно сказалось на элементах структуры урожая: массе зерна с 1 колоса, массе 1000 семян. Максимальная масса зерна с 1 колоса была в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax). В данном варианте с использованием пекацида масса зерна с 1 колоса составила 0,918 г и масса 1000 семян – 39,86 г, а без пекацида, соответственно, 0,881 и 38,69 г. Несколько ниже эти показатели получены в 6 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S), где они составили, соответственно, с пекацидом 0,894 и 39,68 г, без пекацида – 0,869 и 39,27 г. Самые низкие показатели элементов структуры урожая были на контроле и составили соответственно – 0,804 и 37,43 г.

Таблица 2

Структура урожая озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от биопрепаратов и смягчителя воды, 2019-2020 гг.

№	Вариант	Смягчитель воды	Кол-во растений шт./м ²	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 семян, г
1	Контроль	без пекацида	344	548	1,64	21,44	0,804	37,43
		пекацид	346	547	1,64	21,43	0,814	37,87
2	Stimax	без пекацида	345	558	1,67	21,90	0,831	37,87
		пекацид	344	551	1,64	21,89	0,843	38,42
3	Biodux	без пекацида	351	567	1,67	21,89	0,838	38,16
		пекацид	349	568	1,67	21,84	0,845	38,54
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	353	574	1,64	21,83	0,845	38,60
		пекацид	346	573	1,71	22,04	0,861	38,77
5	Biodux + Organica S	без пекацида	344	566	1,71	21,67	0,847	38,86
		пекацид	353	574	1,67	21,85	0,849	38,62
6	Biodux + Organit P + Organit N + Organica S	без пекацида	352	578	1,68	21,92	0,869	39,27
		пекацид	352	583	1,68	22,24	0,894	39,68
7	Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax	без пекацида	349	580	1,71	22,13	0,881	39,69
		пекацид	352	630	1,72	22,23	0,918	39,86

Внекорневые подкормки повлияли на количество растений и продуктивные стебли перед уборкой и на продуктивную кустистость.

Наибольшее количество растений (353) перед уборкой было в варианте 4 без пекацида (Biodux, Organit P, Organit N) и 5 с пекацидом (Biodux, Organica S). Наибольшее количество продуктивных стеблей (630) и самую высокую продуктивную кустистость (1,72) наблюдали

в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax).

Биопрепараты и смягчитель воды оказали положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3

Качество зерна озимой пшеницы сорта Сkipетр в зависимости от биопрепаратов и смягчителя воды, 2019-2021 гг.

№	Вариант	Смягчитель воды	Клейковина, %	Прибавка, %		ИДК
				от препарата	от смягчителя воды	
1	Контроль	без пекацида	21,26	-	-	81,83
		пекацид	22,1	-	0,5	81,13
2	Stimax	без пекацида	22,8	1,2	-	78,67
		пекацид	23,7	1,6	0,9	79,13
3	Biodux	без пекацида	22,2	0,6	-	80,17
		пекацид	23,0	0,9	0,8	80,13
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	22,5	0,9	-	79,97
		пекацид	23,5	1,4	1,0	79,43
5	Biodux + Orgamica S	без пекацида	22,7	1,1	-	79,40
		пекацид	23,4	1,3	0,7	80,43
6	Biodux + Organit P + Organit N + + Orgamica S	без пекацида	23,4	1,8	-	78,97
		пекацид	24,2	2,1	0,8	79,57
7	Biodux + Organit P + Organit N + + Orgamica S + Stimax	без пекацида	24,3	2,7	-	78,33
		пекацид	25,0	2,9	0,7	79,13
НСП ₀₅ Фактор А			13,07			
НСП ₀₅ Фактор Б			63,58			

Максимальная прибавка клейковины получена в варианте 7 при использовании пекацида – 25,0 % и без пекацида 24,3 %. На контроле без пекацида содержание клейковины было 21,26 %, при применении пекацида оно увеличилось на 0,5 % и составило 22,1 %. Вторая позиция была у варианта 6 (применение комплекса микробиологических удобрений и биофунгицида при использовании пекацида). Массовая доля клейковины составила 24,2 %, прибавка – 2,1 % по сравнению с контролем. Третье место было у варианта 5 (совместное применение Biodux и Orgamica S при использовании смягчителя воды) – клейковина 23,4 % с прибавкой 1,3 %. По результатам исследований можно сделать вывод – в вариантах баковых смесей с применением пекацид процент клейковины растет по сравнению с контролем.

Производство любой сельскохозяйственной продукции невозможно без оценки экономической эффективности. В системе показателей эффективности производства зерна важное место занимают чистый доход, прибыль и рентабельность. Чистый доход – это разница между стоимостью сельскохозяйственной продукции и ее себестоимостью. Реализованный хозяйством чистый доход нередко называют прибылью. Прибыль представляет собой разницу между денежной выручкой, полученной от реализации продукции, и затратами на ее производство и реализацию (коммерческой себестоимостью). Помимо прибыли от реализованной продукции в отчетности применяется показатель чистого дохода, отражающий итоги всей хозяйственной деятельности [19, 20].

Рассмотрим экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы сорта Сkipетр в среднем за 3 года (табл. 4). При производстве озимой пшеницы сорта Сkipетр с применением баковых смесей совместно со смягчителем воды процент рентабельности возрастает, а себестоимость зерна снижается несмотря на увеличение прямых затрат (табл. 4). Это объясняется тем, что при применении различных баковых смесей увеличивается урожайность культуры, что дает дополнительную прибыль и повышает рентабельность. Наибольшая рентабельность (93,9%) и прибыль (34,853 тыс. руб./га) получены в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax).

На втором месте 6 вариант (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S), где эти показатели составили, соответственно, 90,4% и 33,425 тыс. руб./га. Использование препаратов каждого в отдельности (2 и 3 варианты) менее рентабельно.

Таблица 4

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы, 2019-2021 гг.

№	Вариант	Стабилизатор рН воды	Урожайность, т/га	Прямые затраты, тыс.руб./га	Себестоимость зерна, тыс. руб./т	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
1	Контроль	без пекацида	4,33	35,678	8,634	24,941	69,9
		пекацид	4,39	35,737	8,659	25,723	72,0
2	Stimax	без пекацида	4,51	35,778	8,351	27,362	76,5
		пекацид	4,59	35,848	8,221	28,412	79,3
3	Biodux	без пекацида	4,62	35,970	8,196	28,710	79,8
		пекацид	4,69	36,040	8,089	29,620	82,2
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	4,75	36,588	8,108	29,912	81,8
		пекацид	4,84	36,658	7,973	31,102	84,8
5	Biodux + Orgamica S	без пекацида	4,70	36,307	8,131	29,493	81,2
		пекацид	4,80	36,377	7,978	30,823	84,7
6	Biodux + Organit P + Organit N + + Orgamica S	без пекацида	4,93	36,802	7,858	32,218	87,5
		пекацид	5,03	36,995	7,742	33,425	90,4
7	Biodux + Organit P + Organit N + + Orgamica S + Stimax	без пекацида	5,03	36,913	7,725	33,507	90,8
		пекацид	5,14	37,107	7,599	34,853	93,9

Самая низкая прибыль (24,941 тыс. руб./га) и рентабельность (69,9 %) получены на контроле без применения пекацида.

Заключение. Использование стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, особенно в баковых смесях, способствовало увеличению площади листовой поверхности во все годы исследований. В вариантах, где использовались Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax, площадь листовой поверхности выше, чем на контроле, соответственно, на 16,8 и 14,5%. Применение комплекса биопрепаратов и стабилизатора рН воды увеличивает активность и продолжительность работы ассимиляционного аппарата, улучшает элементы структуры урожая (массу зерна с 1 колоса, массу 1000 семян), повышает урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Использование пекацида для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без пекацида. На контроле прибавка урожайности от пекацида составила 60 кг/га, в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax) – 110 кг/га. Высокие прибавки урожайности получены в варианте 5 (Biodux и Orgamica S) и 6 (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S), где прибавка составила 100 кг/га.

Максимальная урожайность озимой пшеницы от внекорневой подкормки при использовании пекацида (5,14 т/га) получена при использовании 5-компонентной (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax) баковой смеси. На втором месте по урожайности 6 вариант, где с 1 га собрано 5,03 т/га, и на третьем – вариант 4, где с 1 га получено 4,84 т/га (при урожайности на контроле 4,39 т/га). Для баланса рН воды, для более эффективного проникновения и лучшей работы различных препаратов необходимо использовать стабилизатор рН воды (пекацид).

Практически во всех вариантах опыта использование пекацида положительно сказалась на элементах структуры урожая: массе зерна с 1 колоса, массе 1000 семян. Внекорневые подкормки положительно повлияли на количество растений, продуктивных стеблей перед уборкой и на продуктивную кустистость. Наибольшее количество растений перед уборкой (353) было в варианте 4 (Biodux, Organit P, Organit N) без пекацида и 5 (Biodux, Orgamica S) с пекацидом. Наибольшее количество продуктивных стеблей (630) и самую высокую продуктивную кустистость (1,72) наблюдали в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax).

Биопрепараты и смягчитель воды оказали положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы. В вариантах баковых смесей с применением пекацида процент клейковины растёт по сравнению с контролем.

При производстве озимой пшеницы сорта Скипетр с применением баковых смесей совместно со смягчителем воды, процент рентабельности возрастает несмотря на снижение себестоимости зерна и увеличение затрат. Это объясняется тем, что при применении различных баковых смесей увеличивается урожайность культуры, что даёт дополнительную прибыль.

Список источников

1. Гулянов Ю. А. Продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы // Земледелие. 2006. № 6. С. 30–31.
2. Умаров М. М. Значение несимбиотической азотфиксации в балансе азота в почве // Известия Академии наук СССР. 1982. №1. С. 92–105. Серия биологическая.
3. Lobkov V., Plygun S. Priority areas for development of agriculture at the present stage of scientific and technical progress // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. № 2. P. 3–9.
4. Парахин Н. В., Лобков В. Т., Кружков Н. К. и др. Биологизация земледелия в России. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2000.
5. Харченко А. Г. Новый ключ к восстановлению плодородия почвы [Электронный ресурс] // Зерно. 2012. № 9. Режим доступа: <http://www.zernoua.com/?p=14127>
6. Коростелёва Л. А., Коцаев А. Г. Основы экологии микроорганизмов. СПб.: Изд-во Лань, 2013.
7. Ермакова Н. В., Козлобаев В. В., Калмыкова О. С. Фотосинтетический потенциал озимой твердой, тургидной и мягкой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2008. №3–4 (18–19). С. 18–21.
8. Кадыров С. В., Федотов В. А. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник. – Воронеж, 2005.
9. Зиганшин А. А. Современные технологии и программирование урожайности. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2001.
10. Фомин В. Н., Хуснутдинов Р. Г., Мардиев И. И., Козин А. М. Влияние макро-и микроудобрений и кондиционера воды на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Закамья Республики Татарстан // Наука, технологии, кадры – основы достижений прорывных результатов в АПК: сборник материалов. Казань: ИП Мухамеева МС, 2021. Вып. 15. С. 236–248.
11. Зиганшин А. А. Современные технологии и программирование урожайности. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2001.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985.
13. Пекацид. Удобрения для растений. Агрохимикаты [сайт]. <https://veterra-rus.com/>. URL: <https://veterra-rus.com/image/catalog/icl/pekacid/pekacid.pdf>
14. Семена. Стимакс. Биостимулятор прорастания. Химикас Меристем [сайт]. www.quimicasmeristem.com/en/. URL: <https://www.quimicasmeristem.com/en/products/stimax-seeds/>
15. Biodux. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/biodux-biodux-organic>
16. Organit P. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-p-organit-p-organic>
17. Organit N. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-n-organit-n-organic>
18. Organica S. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organica-s-organica-s-organic>
19. Макарец Л. И. Экономика сельскохозяйственной продукции. СПб., 2009.
20. Старченко И. В., Чабанный А. А. Методические подходы определения экономической эффективности при производстве зерна // Проблемы современной экономики : материалы IV Международной науч. конф. Челябинск: Два комсомольца, 2015. С. 98–101.

References

1. Gulyanov, Yu. A. (2006). Productivity of photosynthesis of winter wheat. *Zemledelie (Zemledelie)*, 6, 30–31 (in Russ.).
2. Umarov, M. M. (1982). The significance of non-symbiotic nitrogen fixation in the nitrogen balance in the soil. *Izvestiya Akademii nauk SSSR (Proceedings of the USSR Academy of Sciences)*, 1, 92–105. The series is biological (in Russ.).
3. Lobkov, V. & Plygun, S. (2012). Priority areas for development of agriculture at the present stage of scientific and technical progress. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2, 3–9.
4. Parakhin, N. V., Lobkov, V. T., Kruzikov, N. K. et al. (2000). *Biologization of agriculture in Russia*. Orel: Publishing house Orel GAU (in Russ.).
5. Kharchenko, A. G. (2012). A new key to restoring soil fertility. *Zerno (Grain)*, 9. Retrieved from: <http://www.zernoua.com/?p=14127> (in Russ.).
6. Korosteleva, L. A. & Koschaev, A. G. (2013). *Fundamentals of the ecology of microorganisms*. St. Petersburg: Lan Publishing House (in Russ.).
7. Ermakova, N. V., Kozlobaev, V. V. & Kalmykova, O. S. (2008). Photosynthetic potential of winter hard, turgid and

soft wheat in the conditions of the forest-steppe of the CCR. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of Voronezh State Agrarian University)*, 3–4 (18–19), 18–21 (in Russ.).

8. Kadyrov, S. V. & Fedotov, V. A. *Technologies of programmed harvests in the CCR*. Voronezh, 2005 (in Russ.).

9. Ziganshin, A. A. (2001). *Modern technologies and yeild programming*. Kazan: Publishing House of Kazan University (in Russ.).

10. Fomin, V. N., Khusnutdinov, R. G., Mardiev, I. I. & Kozin, A. M. (2021). The influence of macro- and micro fertilizers and water conditioner on the yield and quality of winter wheat grain in the conditions of the Zakamye Republic of Tatarstan. Science, technology, personnel – fundamentals of achievements breakthrough results in the agro-industrial complex '21: a collection of materials. (pp. 236–248). Kazan: IP Mukhameeva M. S. (in Russ.).

11. Ziganshin, A. A. (2001). *Modern technologies and yield programming*. Kazan: Publishing House of Kazan University (in Russ.).

12. Dospikhov, B. A. (1985). *Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results*. 5th ed., reprint. and additional. M.: Agropromizdat (in Russ.).

13. Pekacid. Fertilizers for plants. *Agrochemicals [website]*. <https://veterra-rus.com/>. URL: <https://veterra-rus.com/image/catalog/icl/pekacid/pekacid.pdf>

14. Seeds. Stimax. Biostimulator of germination. *Chemica Meristem [website]*. www.quimicasmeristem.com/en/. URL: <https://www.quimicasmeristem.com/en/products/stimax-seeds/>

15. Biodux. *Bionovatik [website]*. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/biodux-biodux-organic>

16. Organit P. *Bionovatik [website]*. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-p-organit-p-organic>

17. Organit N. *Bionovatik [website]*. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-n-organit-n-organic>

18. Organica S. *Bionovatik [website]*. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organica-s-organica-s-organic>

19. Makarets, L. I. (2009). *Economics of agricultural products*. St. Petersburg (in Russ.).

20. Starchenko, I. V. & Chabanniy, A. A. (2015). Methodological approaches to determining economic efficiency in grain production. Problems of modern economics '15: materials of the IV International Scientific Conference. (pp. 98–101). Chelyabinsk: Two Komsomolets (in Russ.).

Информация об авторах:

В. Н. Фомин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. М. Козин – аспирант;

И. И. Мардиев – аспирант;

Р. Г. Хуснутдинов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

V. N. Fomin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

A. M. Kozin – post-graduate student;

I. I. Mardiev – post-graduate student;

R. G. Husnutdinov – Candidate of Agricultural Sciences, associate professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 11.04.2022; одобрена после рецензирования 16.05.2022; принята к публикации 19.06.2022.

The article was submitted 11.04.2022; approved after reviewing 16.05.2022; accepted for publication 19.06.2022.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 631.362

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_14

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН В УСТАНОВКЕ
МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

**Владимир Анатольевич Сыркин^{1✉}, Сергей Владимирович Машков², Сергей Иванович Васильев³,
Павел Александрович Ишкин⁴**

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

¹Sirkin_VA@mail.ru[✉], <http://orcid/0000-0003-2531-5423>

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

³si_vasilev@mail.ru, <http://orcid/0000-0003-4368-3123>

⁴ishkin_pa@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-7490-9300>

Цель работы – повышение качества обработки семян магнитным полем. Магнитная стимуляция семян является одним из электрофизических способов, повышающих всхожесть и интенсивность роста растений. Данный способ является экологически безопасным и не требует больших энергетических затрат. Существуют различные устройства для магнитной стимуляции растений. Для увеличения производительности создают установки поточного типа. Одной из главных задач является равномерная стимуляция семян с соблюдением требуемого времени обработки. Разработана установка магнитной стимуляции семян с вибрационным дозированием, обеспечивающая равномерность стимуляции семян разных культур в потоке с возможностью регулирования количества обрабатываемых семян. Вибрационный дозатор является элементом, обеспечивающим дозирование, при этом его основными частями являются электромагнит и вибрационные пластины. Изменяя частоту тока питания катушки, меняют подачу семян дозатором. Проведены исследования по влиянию частоты магнитного поля на процесс дозирования семян пшеницы и амаранта. Минимальная подача семян яровой пшеницы и амаранта, соответственно, составила 3,1 и 1,7 кг/ч при частоте 10 Гц. Максимальную подачу наблюдали при частоте 110 Гц – 70,1 и 22,7 кг/ч, соответственно. Время стимуляции при изменении частоты от 10 до 110 Гц для яровой пшеницы меняется в диапазоне от 90 до 4 с, амаранта – от 89 до 7 с. Учитывая требуемое время стимулирования семян, изменением частоты можно задавать необходимую подачу. При этом подача дозатора в рабочих диапазонах имеет линейную зависимость от частоты подаваемого на электромагнит электрического тока.

Ключевые слова: стимуляция семян, поток семян, вибрационный дозатор, магнитный поток.

Для цитирования: Сыркин В. А., Машков С. В., Васильев С. И., Ишкин П. А. Исследование процесса дозирования семян в установке магнитной стимуляции // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 14–20. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_14

Original article

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF DOSING SEEDS BY INSTALLATION OF MAGNETIC STIMULATION

Vladimir A. Syrkin^{1✉}, Sergey V. Mashkov², Sergey I. Vasilev³, Pavel A. Ishkin⁴

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

¹Sirkin_VA@mail.ru✉, <http://orcid/0000-0003-2531-5423>

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

³si_vasilev@mail.ru, <http://orcid/0000-0003-4368-3123>

⁴ishkin_pa@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-7490-9300>

The purpose of the work is to improve the quality of seed treatment with a magnetic field. Magnetic stimulation of seeds is one of the electrophysical methods that increases the germination and intensity of plant growth. This method is environmentally friendly and does not require large energy costs. There are various devices for magnetic stimulation of plants. To increase productivity flow-type installations are created. One of the main tasks is the uniform stimulation of seeds in compliance with the required processing time. An installation of magnetic seed stimulation with vibration dosing has been developed, which ensures the equal stimulation of seeds of different crops in the flow with the possibility of regulating the number of seeds being processed. A vibrating dispenser is an element that provides dosing, while its main parts are an electromagnet and vibrating plates. By changing the frequency of the coil supply current, the seed supply is changed by the dispenser. Studies on the influence of the magnetic field frequency on the process of dosing wheat and amaranth seeds have been conducted. The minimum supply of spring wheat and amaranth seeds, respectively, was 3.1 and 1.7 kg/h at a frequency of 10 Hz. The maximum feed was observed at a frequency of 110 Hz – 70.1 and 22.7 kg/h, respectively. The stimulation time when the frequency changes from 10 to 110 Hz for spring wheat varies in the range from 90 to 4 s, amaranth – from 89 to 7 s. Considering the required seed stimulation time, the necessary feed can be set by changing the frequency. At the same time, the supply of the dispenser in the operating ranges has a linear dependence on the frequency of the electric current supplied to the electromagnet.

Key words: seed stimulation, seed flow, vibrating dispenser, magnetic flux.

For citation: Syrkin, V. A., Mashkov, S. V., Vasilev, S. I. & Ishkin, P. A. (2022). Investigation of the process of dosing seeds by installation of magnetic stimulation. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 14–20 (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_14

Растениеводство является одним из главных направлений агропромышленного комплекса, обеспечивающих население продуктами питания, животноводство кормами и ряд промышленных направлений сырьем. Использование качественного посевного материала обеспечивает высокую всхожесть, интенсивность роста растений, невосприимчивость к внешним факторам, таким, как погодные условия и болезни. Со временем качество семенного материала ухудшается, что ведет к уменьшению производимой продукции. В результате возникает необходимость в приобретении новых семян, в то время как большинство показателей качества прежних семян остается на допустимом уровне. Снижение всхожести приводит к перерасходу семенного материала, что сказывается на увеличении себестоимости производства. Для повышения всхожести семян применяют различные способы воздействия. Магнитная стимуляция семян является одним из перспективных способов повышения урожайности. Данный способ является экологически безопасным и не требует больших энергетических затрат. Существует различные устройства для магнитной стимуляции растений. Однако не все из них обеспечивают главную задачу – воздействие на растение равномерным магнитным полем. Также некоторые установки работают по циклическому типу, что снижает автоматизацию процесса и увеличивает время обработки, тогда как установки непрерывного типа могут быть использованы в поточной линии подготовки семян к посеву [2, 6, 9].

Цель исследований – повышение качества обработки семян магнитным полем.

Задачи исследований – разработать установку магнитной стимуляции семян с вибрационным дозированием; выполнить обоснование подачи вибрационного дозатора; провести исследования по подаче семян вибрационного дозатора.

Материал и методы исследований. При обработке семян магнитным полем основными факторами, влияющими на всхожесть семян, являются параметры магнитного поля, время стимуляции и время выдержки перед посевом. Также было выявлено, что семена более отзывчивы на П-образное магнитное поле различной частоты.

На кафедре «Электрификация и автоматизация АПК» Самарского ГАУ разработана экспериментальная лабораторная установка магнитной стимуляции семян поточного типа с вибрационным дозатором (рис. 1). Установка включает раму 1, вибрационный дозатор 2, блок магнитной стимуляции семян 3, бункер 4, блок управления и питания 5. Для регулировки частоты использовали мультиметр 6. При работе установки под вибрационный дозатор помещали приемный ящик [7, 8].

Основной особенностью конструкции установки является блок магнитной стимуляции 3, представляющий собой двухконтурную разветвленную цепь с катушками индуктивности на внешних ветвях магнитопровода. При этом в центральной ветви магнитопровода 1 (рис. 2, а) выполнен воздушный зазор, через который проходит вертикальный патрубок 2, соединяющий бункер 4 (рис. 1) с вибрационным дозатором 2. Вибрационный дозатор включает магнитопровод 3 (рис. 1), индукционную катушку 4, корпус 5, ограничитель давления семян 6 и вибрационную пластину 8.

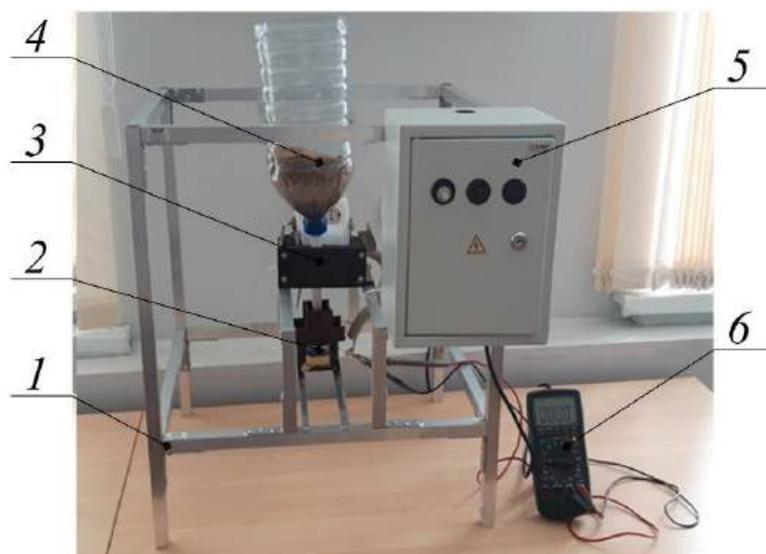


Рис. 1. Общий вид лабораторной установки магнитной стимуляции семян

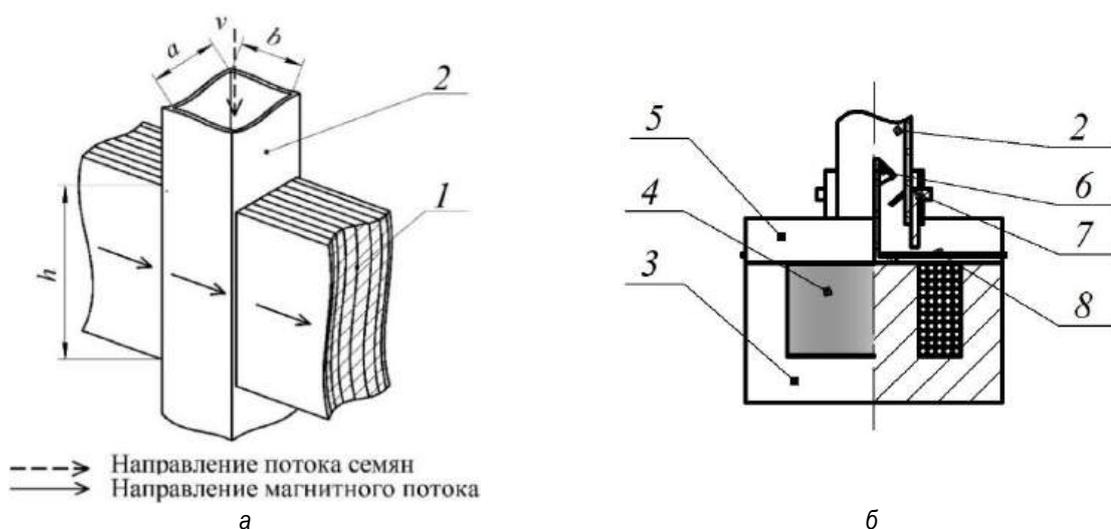


Рис. 2. Главные узлы установки:

- а – зона стимуляции растений; б – вибрационный дозатор; 1 – магнитопровод блока магнитной стимуляции семян;
- 2 – патрубок; 3 – магнитопровод дозатора; 4 – индукционная катушка; 5 – корпус дозатора; 6 – ограничитель;
- 7 – заслонка; 8 – вибрационная пластина

В процессе работы за счет создания колебательных движений вибрационной пластины 8 (рис. 2, б) семена приходят в движение, перемещаются к краю пластины и ссыпаются с неё. При этом на их место поступают семена из бункера через патрубок 2. В процессе перемещения по патрубку 2 семена попадают в зону блока магнитной стимуляции, где подвергаются воздействию магнитного поля [7, 8].

Подача семян зависит от частоты колебаний пластин дозатора, зависящей от частоты магнитного поля, подаваемого на индукционную катушку 4 (рис. 2, б).

Определим подачу Q семян вибрационным дозатором [1, 3, 5]:

$$Q = \gamma \cdot a \cdot b \cdot v, \text{ кг/с}, \quad (1)$$

где γ – плотность семян, кг/м³;

a и b – параметры боковых стенок патрубка, м;

v – скорость потока семян в патрубке, м/с.

Скорость потока определим, как отношение высоты блока магнитной стимуляции ко времени прохождения семян через него:

$$v = \frac{h}{t}, \text{ м/с}, \quad (2)$$

где h – высота зоны стимуляции (высота электромагнита), м;

t – время прохождения семян через блок, с.

Подставим формулу (2) в формулу (1):

$$Q = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot h}{t}, \text{ кг/с}. \quad (3)$$

Таким образом, зная время стимуляции семян, можно определить подачу Q установки.

Для определения подачи вибрационным дозатором проведены лабораторные эксперименты по стандартной методике [9].

В экспериментальных исследованиях единственным изменяемым фактором приняли частоту магнитного поля питания электромагнита дозатора, влияющую на подачу.

Была принята частота магнитного поля, равная 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130 и 150 Гц. Для каждого значения частоты опыт проводили с трехкратной повторностью. Диапазон времени стимулирования семян был принят 1 минута. опыты проводили на семенах пшеницы и амаранта.

Результаты исследований. В таблице 1 приведены результаты исследований [4].

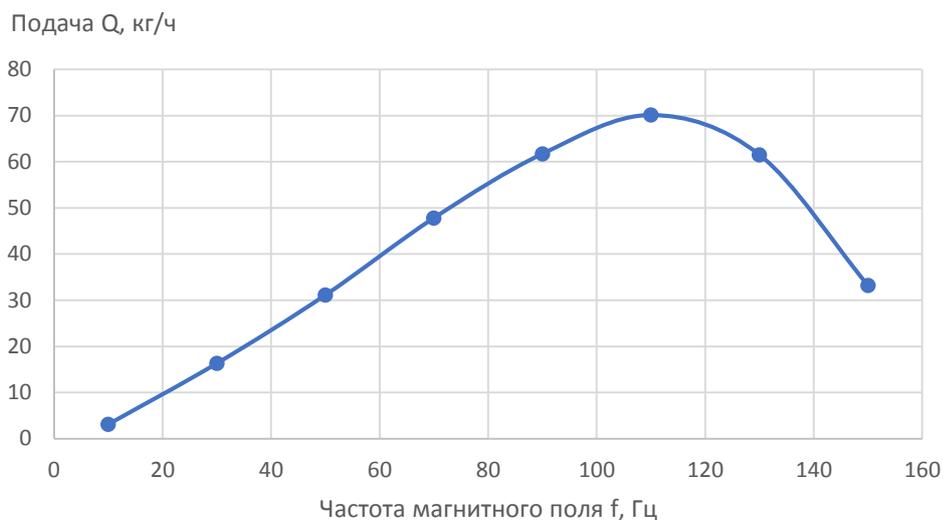
Таблица 1

Результаты исследований влияния частоты магнитного поля на подачу вибрационного дозатора

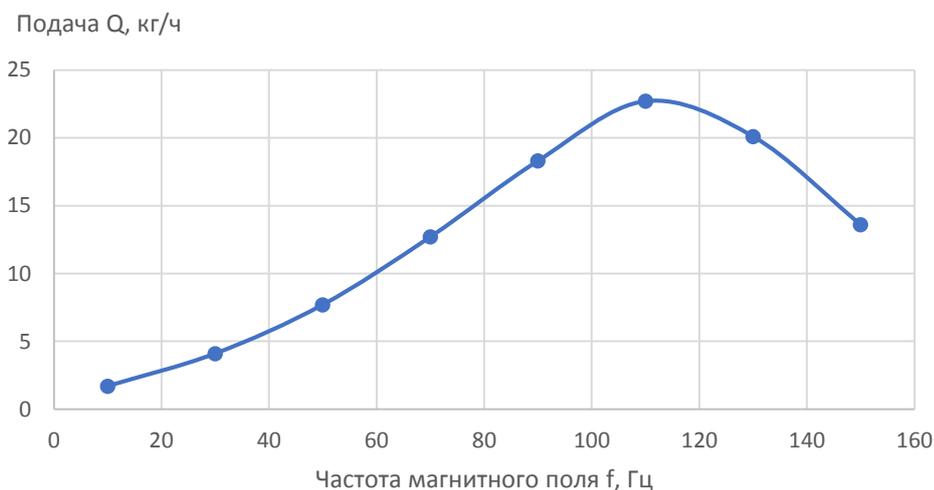
Культура	Параметры	
	Частота f , Гц	Подача Q , кг/ч
Пшеница яровая	10	3,1
	30	16,3
	50	31,1
	70	47,8
	90	61,7
	110	70,1
	130	61,5
	150	33,2
Амарант	10	1,7
	30	4,1
	50	7,7
	70	12,7
	90	18,3
	110	22,7
	130	20,1
	150	13,6

При анализе результатов эксперимента было выявлено, что при увеличении частоты магнитного поля в диапазоне с 10 до 110 Гц увеличивается подача обрабатываемых семян (рис. 3). Низкая частота колебаний пластины имела низкое побуждение семян к высыпанию. При этом

в данном диапазоне наблюдается линейная зависимость. В диапазоне с 130 до 150 Гц было зафиксировано уменьшение производительности, связанное с примагничиванием пластин и малым временем для их возвращения в исходное положение.



а



б

Рис. 3. Результаты исследований по воздействию частоты магнитного поля на подачу вибрационного дозатора:

а – семена яровой пшеницы; б – семена амаранта

Минимальная подача семян яровой пшеницы и амаранта составила, соответственно, 3,1 и 1,7 кг/ч при частоте 10 Гц. Максимальную подачу наблюдали при частоте 110 Гц – 70,1 и 22,7 кг/ч, соответственно.

Время стимуляции при частоте 10...110 Гц для яровой пшеницы изменяется в диапазоне от 90 до 4 с, для амаранта – от 89 до 7 с. Дополнительное увеличение времени стимуляции достигается изменением положения регулируемой заслонки 7 (рис. 2, б).

Заклучение. Разработанная установка стимуляции семян магнитным полем с вибрационным дозированием позволяет выполнять обработку семян поточным способом. Время стимуляции семян напрямую зависит от подачи дозатора, и, в частности, от частоты магнитного поля, создаваемого электромагнитом. Проведенные исследования подачи семян пшеницы и амаранта дозатором показали возможность изменения этого параметра от 3,1 до 70,1 кг/ч и от 1,7 до 22,7 кг/ч, соответственно. Зная необходимое время стимулирования той или иной культуры, можно при помощи частоты магнитного поля устанавливать необходимую подачу.

Список источников

1. Артамонов Е. И., Котов Д. Н., Артамонова О. А. Теоретическое обоснование конструктивных и режимных параметров механического ячеисто-дискового высевяющего устройства для посева амаранта метельчатого // Известия Самарской государственной академии. 2016. №4. С. 60–66.
2. Baev V. I., Yudaev I. V., Baev I. V., Petrukhin V. A., Prokofyev P. V., Armyanov N. K. Electrotechnology as one of the most advanced branches in the agricultural production development // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. Hershey, Pennsylvania: IGI Global, 2018.
3. Гриднева Т. С., Нугманов С. С. Автоматизация процесса загрузки дробилки // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сб. науч. тр. Кинель : РИЦ СГСХА. 2016. С. 313–315.
4. Крючин Н. П., Крючин А. Н. Результаты исследований влияния конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевяющего аппарата на равномерность дозирования семян // Известия Самарской государственной академии. 2017. №4. С. 34–38.
5. Курочкин А. А. Определение объемного расхода сырья в экструдере с термовакuumным эффектом // Известия Самарской государственной академии. 2018. №1. С. 3–7.
6. Yudaev I. V., Ivushkin D., Belitskaya M., Gribust I. Pre-sowing treatment of ROBINIA PSEUDOACACIA L. seeds with electric field of high voltage // IOP Conference Series. Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry. Rostov-on-Don : Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012078. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012078.
7. Пат. № 204352. РФ. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Васильев С. И., Ишкин П. А., Смолев К. С. № 2021105476; заявл. 3.03.2021; опубл. 21.05.2021, Бюл. № 15. 6 с.
8. Сыркин В. А., Гриднева Т. С., Ишкин П. А., Фатхутдинов М. Р. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем // Сельский механизатор. 2019. № 6. С. 28–29.
9. Vasilev S. I., Mashkov S. V., Syrkin V. A., Gridneva T. S., Yudaev I. V. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. №9(1). P. 706–710.

References

1. Artamonov, E. I., Kotov, D. N. & Artamonova, O. A. (2016). Theoretical substantiation of constructive and regime parameters of mechanical cellular-disk sowing device for planting amaranth paniculate. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 60–66 (in Russ.).
2. Baev, V. I., Yudaev, I. V., Baev, I. V., Petrukhin, V. A., Prokofyev, P. V. & Armyanov, N. K. (2018) *Electrotechnology as one of the most advanced branches in the agricultural production development*. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. Hershey, Pennsylvania: IGI Global.
3. Gridneva, T. S. & Nugmanov, S. S. (2016). Automation of the crusher loading process. Actual problems of agricultural science and ways to solve them '16: *collection of scientific papers* (pp. 313–315). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
4. Kryuchin, N. P. & Kryuchin, A. N. (2017). Researches results of the influence of constructive and technological parameters of the disk and bayonet sowing device on dispensing seeds uniformity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 34–38 (in Russ.).
5. Kurochkin, A. A. (2018). The dtermination of raw material volume flow in the extruder with thermal vacuum effect. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–7 (in Russ.).
6. Yudaev, I. V., Ivushkin, D., Belitskaya, M. & Gribust, I. (2019). Pre-sowing treatment of ROBINIA PSEUDOACACIA L. seeds with electric field of high voltage. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science '19: *12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry*. (P. 012078). Rostov-on-Don : Institute of Physics Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012078.
7. Syrkin, V. A., Vasiliev, S. I., Ishkin, P. A. & Smolev, K. S. (2021). Installation for pre-sowing stimulation of seeds. Patent 204352, Russian Federation, 2021105476 (in Russ.).
8. Syrkin, V. A., Gridneva, T. S., Ishkin, P. A. & Fatkhutdinov, M. R. (2019). Seed stimulation device with pulsed magnetic field. *Selskii mekhanizator (Selskiy Mechanizator)*, 6, 28–29 (in Russ.).
9. Vasilev, S. I., Mashkov, S. V., Syrkin, V. A., Gridneva, T. S. & Yudaev, I. V. (2018) Results of studies of plant stimulation in a magnetic field. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(1),706–710.

Информация об авторах:

- В. А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;
С. В. Машков – кандидат экономических наук, доцент;
С. И. Васильев – кандидат технических наук, доцент;
П. А. Ишкин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

V. A. Syrkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
S. V. Mashkov – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;
S. I. Vasiliev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
P. A. Ishkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 3.04.2022; одобрена после рецензирования 26.05.2022; принята к публикации 18.06.2022.

The article was submitted 3.04.2022; approved after reviewing 26.05.2022; accepted for publication 18.06.2022.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 631.171

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_21

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ ПО ЛОПАСТЯМ
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РОТОРА**

**Владимир Юрьевич Зайцев¹, Константин Павлович Фудин², Владимир Викторович Коновалов^{3✉},
Марина Владимировна Донцова⁴, Светлана Станиславовна Петрова⁵**

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

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

¹vluzai@gmail.com, <http://orcid/0000-0002-6230-0856>

²kpfudin@yandex.ru, <http://orcid/0000-0002-8611-1881>,

³konovlov-penza@rambler.ru✉, <http://orcid/0000-0002-5011-5354>

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

⁵svetychsa1368@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-0243-8992>

Цель исследований – моделирование движения частиц, перемещающихся по поверхности внутренних лопастей горизонтального вращающегося ротора. Для эффективной работы используемых машин при их конструировании требуется отыскание рациональных или оптимальных конструктивных, кинематических и технологических параметров. В результате экспериментального обоснования зоны работоспособности возможно отыскание потребных значений параметров статистическими методами. В связи с развитием компьютерной техники и разработкой программ для моделирования методом конечных элементов применение данного способа моделирования получает широкое распространение. С одной стороны имеется преимущество данного метода, с другой стороны получение достоверного результата требует специализации компьютерной программы под рассматриваемые условия процесса и задачи исследований, опыта оператора по проведению подобных исследований, по настройке исходных данных и разметке расчетной сетки. Методика исследований предусматривала силовой анализ действующих на частицу сил в процессе ее движения по лопасти вращающегося ротора и последующее математическое моделирование движения частицы в математическом пакете MatchCAD. На основе полученных выражений осуществлялось построение графиков движения частиц по результатам моделирования. Проведенный силовой анализ взаимодействия частицы с лопастями вращающегося горизонтального ротора позволил получить выражения, описывающие движение частицы по движущейся лопасти к центру ротора. На основе выявленных выражений численное моделирование позволило установить графики влияния частоты вращения ротора и коэффициентов трения на угол подъема частиц лопастями, законы движения частицы по лопасти ротора, параметры падения частицы с лопасти. Использование полученных математических моделей позволяет облегчить решение конкретных практических задач.

Ключевые слова: ротор, лопасти ротора, движение материала по лопасти, моделирование.

Для цитирования: Зайцев В. Ю., Фудин К. П., Коновалов В. В., Донцова М. В., Петрова С. С. Моделирование движения частицы по лопастям горизонтального ротора // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 21–32. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_21

Original article

SIMULATION OF PARTICLE MOTION ALONG THE BLADES OF A HORIZONTAL ROTOR

Vladimir Yu. Zaitsev¹, Konstantin P. Fudin², Vladimir V. Konovalov^{3✉}, Marina V. Dontsova⁴,
Svetlana S. Petrova⁵

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

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

¹vluzai@gmail.com, <http://orcid/0000-0002-6230-0856>

²kpfudin@yandex.ru, <http://orcid/0000-0002-8611-1881>,

³konovalov-penza@rambler.ru✉, <http://orcid/0000-0002-5011-5354>

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

⁵svetychsa1368@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-0243-8992>

The purpose of the research is to simulate the motion of particles moving along the surface of the inner blades of a horizontal rotating rotor. For the effective operation of the machines used in their design, it is necessary to find rational or optimal design, kinematic and technological parameters. As a result of the experimental substantiation of the working capacity zone, it is possible to find the required parameter values by statistical methods. Due to the development of computer technology and the development of programs for modeling by the finite element method, the use of this modeling method is becoming widespread. On the one hand, there is the advantage of this method, on the other hand, obtaining a reliable result requires the specialization of the computer program for the process conditions and research tasks under consideration, the operator's experience in conducting such studies, setting up the source data and marking the computational grid. The research methodology included force analysis of the forces acting on the particle during its movement along the blade of a rotating rotor and subsequent mathematical modeling of the particle motion in the mathematical package MatchCAD. Based on the expressions obtained, particle motion graphs were constructed based on the simulation results. The force analysis of the interaction of a particle with the blades of a rotating horizontal rotor made it possible to obtain expressions describing the movement of a particle along a moving blade to the center of the rotor. Based on the identified expressions, numerical modeling allowed to establish graphs of the influence of the rotor rotation frequency and friction coefficients on the angle of lifting of particles by the blades, the laws of particle motion along the rotor blade, the parameters of particle fall from the blade. The use of the obtained mathematical models makes it easier to solve specific practical problems.

Keywords: rotor, rotor blades, material movement along the blade, modeling.

For citation: Zaitsev, V. Yu., Fudin, K. P., Konovalov, V. V., Dontsova, M. V. & Petrova, S. S. (2022). Simulation of particle motion along the blades of a horizontal rotor. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 21–32 (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_21

Современное развитие человеческого общества требует для своего существования использование разнообразных материалов с разными свойствами, а также машин и аппаратов разнообразной конструкции и с разными технологическими процессами.

Для эффективной работы используемых машин при их конструировании требуется отыскание рациональных или оптимальных конструктивных, кинематических и технологических параметров. В результате экспериментального обоснования зоны работоспособности возможно отыскание потребных значений параметров статистическими методами [1]. Однако, экспериментальное обоснование весьма трудозатратно и требует высоких финансовых вложений.

В последние годы в связи с развитием компьютерной техники и разработкой программ для моделирования методом конечных элементов применение данного способа моделирования получает широкое распространение [2, 3]. С одной стороны имеется преимущество данного метода, с другой стороны получение достоверного результата требует специализации компьютерной программы под рассматриваемые условия процесса и задачи исследований, опыта оператора по проведению именно подобных исследований, по настройке исходных данных и разметке расчетной сетки. Учитывая, что

отыскивается условие равновесия показателей по узлам сетки, полученный результат стремится к частному случаю. Малейшие недочеты или сбои приводят к снижению вероятности правильного результата расчета. Кроме того, отсутствует динамика изменения показателей при изменении исходных условий. В связи с этим, традиционные аналитические методы расчета обладают преимуществом именно в направлении получения результатов для интервалов изменения исходных показателей. К сожалению, в силу разнообразия конструкций устройств и машин, и стоящих задач, требуется разработка большого количества подобных моделей.

Существующие модели, связанные с движениями частиц и применимые в сельском хозяйстве, направлены в большинстве случаев на рассмотрение движения частиц при взаимодействии с лопастями определенной конструкции [4, 5], движения по поверхностям с разной степенью криволинейности [6-9]. При этом рабочий орган может быть, как вертикальным [10, 11], так и горизонтальным [12, 13]. В ряде случаев рассматриваются как конкретные среды, взаимодействующие с частицами [14-16], так и условия разрушения частиц [17-20].

Анализируя моделируемые рабочие органы, следует отметить, что моделирование движения частиц по продольным лопастям горизонтального лопастного ротора не было обнаружено.

Цель исследований – моделирование движения частиц, перемещающихся по поверхности внутренних лопастей горизонтального вращающегося ротора.

Задачи исследований – определить основные силовые факторы и конструктивные параметры, влияющие на характер движения частицы по лопастям горизонтального ротора, а на их основе – установить выражения, описывающие движение частицы по лопастям; на основе полученных выражений провести компьютерное моделирование движения частицы и осуществить графический анализ результатов моделирования.

Материалы и методы исследований. На основании обзора литературы и анализа условий движения частицы по лопасти ротора уточнены выражения, описывающие движение частицы по лопасти. В результате математического моделирования в математическом пакете MatchCAD движения частицы осуществлено построение графиков, описывающих численные значения показателей движения.

Результаты исследований. Рассмотрим горизонтальный ротор с лопастями, расположенными вдоль образующей ротора. Для определения предельной высоты подъема частицы во вращающемся роторе рассмотрим: а) вращающийся с постоянной угловой скоростью ω полый цилиндр радиуса R , ось вращения которого параллельна линии горизонта, с лопастями шириной l , расположенными вдоль образующей цилиндра; б) частицу не сферической формы с условным диаметром d , находящуюся в начальном положении в нижней точке внутри цилиндра и удаленную от дна цилиндра на некоторое расстояние z . Расчетная схема механизма ротора с частицей приведена на рисунке 1.

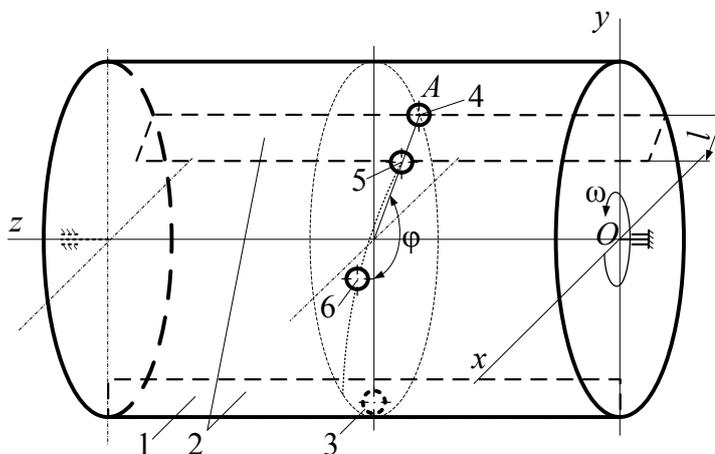


Рис. 1. Расчетная схема механизма горизонтального ротора с лопастями, параллельными образующей: 1 – ротор; 2 – лопасти; 3 – частица в начальном положении; 4 – частица в предельном положении; 5 – частица на краю лопасти; 6 – частица в произвольном положении на траектории свободного падения

Проведем координатные оси $Oxuz$ и рассмотрим условия движения частицы в полости ротора. При вращении ротора частица будет перемещаться вместе с лопастью ротора до некоторого предельного положения 4, при дальнейшем вращении ротора частица начинает перемещаться по лопасти, достигнув края лопасти 5 частица падает в полости ротора с начальной скоростью V_0 под действием силы тяжести G и силы сопротивления воздуха F . Произвольное положение частицы на траектории свободного падения обозначено позицией 6 (рис. 1).

Первым исследуем предельное положение равновесия частицы на лопасти ротора, которое определяется предельным углом φ (рис. 1). Для этого рассмотрим частицу в произвольном положении на лопасти ротора в плоскости Oxy (рис. 2). Дополнительно проведем оси скоростной системы координат Atn . На частицу в произвольном положении равновесия действуют силы: сила тяжести G , нормальная реакция лопасти смесителя N_1 , нормальная реакция боковой поверхности барабана N_2 , сила трения F_{fr} и центробежная сила инерции Φ (рис. 2).

Уравнения равновесия частицы в проекциях на координатные оси At и An имеют вид:

$$\begin{aligned} \Sigma F_{k\tau} = 0, N_1 - G \cdot \sin(\varphi) &= 0, \\ \Sigma F_{kn} = 0, N_2 - G \cdot \cos(\varphi) - \Phi - F_{fr} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

где $G = m \cdot g$, m – масса частицы, g – ускорение свободного падения; $F_{fr} = N_1 \cdot f$, f – коэффициент трения между лопастью и частицей; $\Phi = m \cdot \omega^2 \cdot R$.

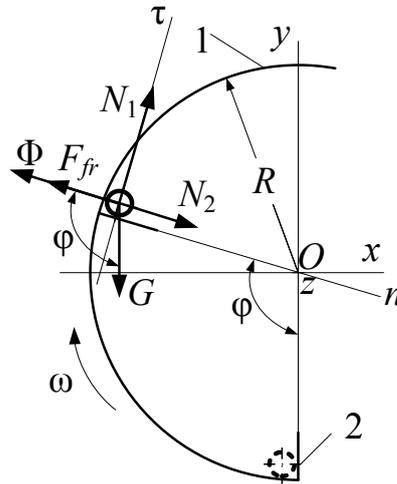


Рис. 2. Силы, действующие на частицу в произвольном положении равновесия:
1 – барабан; 2 – лопасть

Нормальная реакция лопасти барабана N_1 определяется из (1):

$$N_1 = m \cdot g \cdot \sin(\varphi) \quad (3)$$

Таким образом, уравнение (2) примет следующий вид

$$N_2 - m \cdot g \cdot \cos(\varphi) - m \cdot \omega^2 \cdot R - m \cdot g \cdot f \cdot \sin(\varphi) = 0 \quad (4)$$

Движение частицы по лопасти начнется в том момент времени, когда нормальная реакция стенки ротора обратится в ноль ($N_2=0$). Таким образом, уравнение (4) примет вид:

$$-m \cdot g \cdot \cos(\varphi) - m \cdot \omega^2 \cdot R - m \cdot g \cdot f \cdot \sin(\varphi) = 0 \quad (5)$$

Из уравнения (5) найдем предельный угол подъема частицы, при превышении которого начнется движение частицы по лопасти ротора

$$\varphi_0 = 2 \cdot \arctan \left(\frac{\sqrt{f^2 \cdot g^2 - R^2 \cdot \omega^4 + g^2 + f \cdot g}}{g - R \cdot \omega^2} \right) \quad (6)$$

Зависимость угла начала движения частицы по лопасти ротора в зависимости от числа оборотов для различных значений коэффициента трения приведена на рисунке 3.

Зависимость угла начала движения частицы по лопасти ротора в зависимости от начального положения частицы на лопасти для коэффициента трения $f = 0,6$ приведена на рисунке 4.

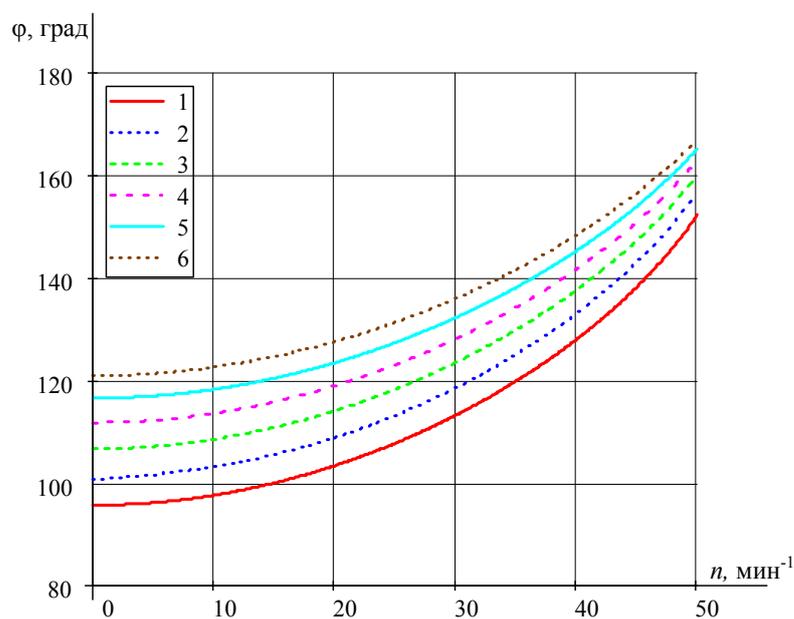


Рис. 3. Зависимость угла начала движения частицы по лопасти от частоты вращения ротора и коэффициента трения частицы по лопасти:

- 1 – коэффициент трения 0,1; 2 – коэффициент трения 0,2; 3 – коэффициент трения 0,3;
4 – коэффициент трения 0,4; 5 – коэффициент трения 0,5; 6 – коэффициент трения 0,6

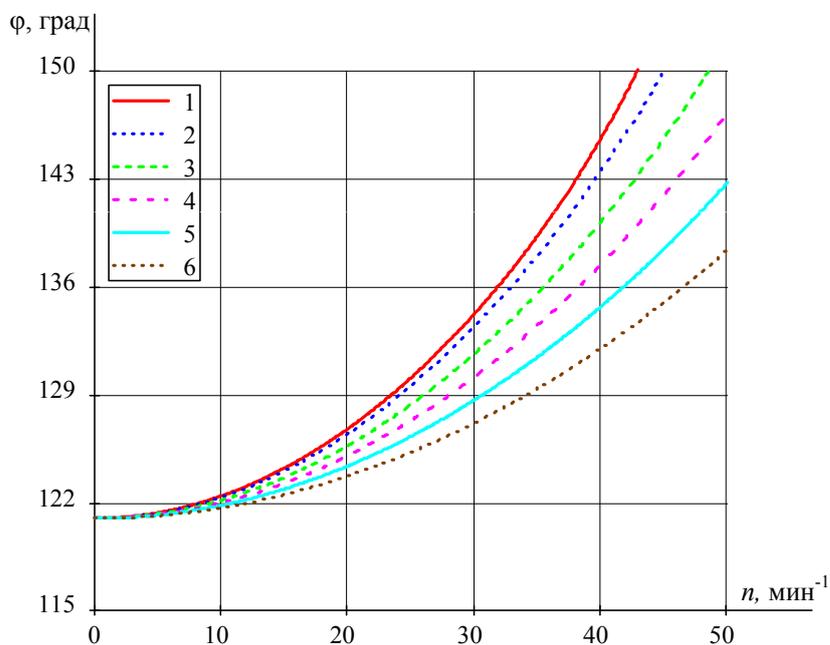


Рис. 4. Зависимость угла начала движения частицы по лопасти ротора в зависимости от начального положения частицы на лопасти:

- 1 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,275$ м; 2 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,25$ м;
3 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,215$ м; 4 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,185$ м;
5 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,155$ м; 6 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,125$ м

Далее исследуем движение частицы по лопасти ротора, начальное положение частицы на лопасти определяется выражением (6). Рассмотрим частицу в произвольном положении на лопасти ротора в плоскости Oxy (рис. 5). Дополнительно проведем оси полярной системы координат $A_e r e_\varphi$. На частицу в произвольном положении действуют силы: сила тяжести G , нормальная реакция лопасти ротора N , и сила трения F_{fr} (рис. 5).

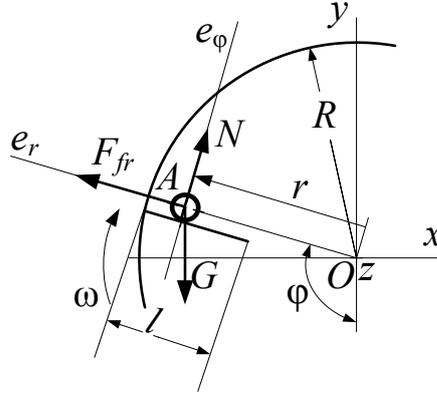


Рис. 5. Силы, действующие на частицу в произвольном положении при движении по лопасти

Дифференциальные уравнения движения частицы по лопасти ротора в проекциях на оси декартовой системы координат Oxy имеют вид (7) и на оси полярной системы координат $A_e r e_\varphi$ – вид (8):

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \cdot r \cdot \sin(\varphi) - \frac{d^2 r}{dt^2} \cdot \sin(\varphi) &= -g \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\varphi) - \\ &- g \cdot f \cdot \sin^2(\varphi) - 2 \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{dr}{dt} \cdot f \cdot \sin(\varphi), \\ \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \cdot r \cdot \cos(\varphi) - \frac{d^2 r}{dt^2} \cdot \cos(\varphi) &= -g + g \cdot \sin^2(\varphi) - \\ &- g \cdot \sin(\varphi) \cdot f \cdot \cos(\varphi) - 2 \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{dr}{dt} \cdot f \cdot \cos(\varphi), \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \cdot r = g \cdot f \cdot \sin(\varphi) + 2 \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{dr}{dt} \cdot f + g \cdot \cos(\varphi) \quad (8)$$

Так как ротор вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = \pi \cdot n / 30$, где n – число оборотов в минуту (мин^{-1}), то текущий угол подъема частицы вместе с лопастью определяется выражением

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{\omega}{t} = \varphi_0 + \frac{\pi \cdot n \cdot t}{30}, \quad (9)$$

где t – время движения частицы по лопасти ротора, с.

Решение уравнений (7) и (8) определяет закон изменения относительной скорости и закон относительного движения частицы по лопасти ротора.

Закон переносного движения определяется уравнением (9), закон изменения переносной скорости частицы определяется уравнением

$$V_e = \omega \cdot r. \quad (10)$$

Результаты численного моделирования движения частиц по лопасти шириной $l = 0,15$ м при диаметре ротора $D = 0,55$ м, числе оборотов ротора $n = 27 \text{ мин}^{-1}$ и коэффициенте трения

$f = 0,6$ для разных начальных положений частицы на лопасти ($r = 0,275$ м, $r = 0,25$ м, $r = 0,215$ м, $r = 0,185$ м, $r = 0,155$ м, $r = 0,125$ м) на построенных математических моделях (7), (8), (9) и (10) определяют закон движения частиц по лопасти (рис. 6, а), угол подъема частиц до начала их схода с лопасти (рис. 6, б), скорость движения частиц по лопасти (рис. 7, а) и скорость движения частиц вместе с ротором (рис. 7, б), в том числе на ее краю.

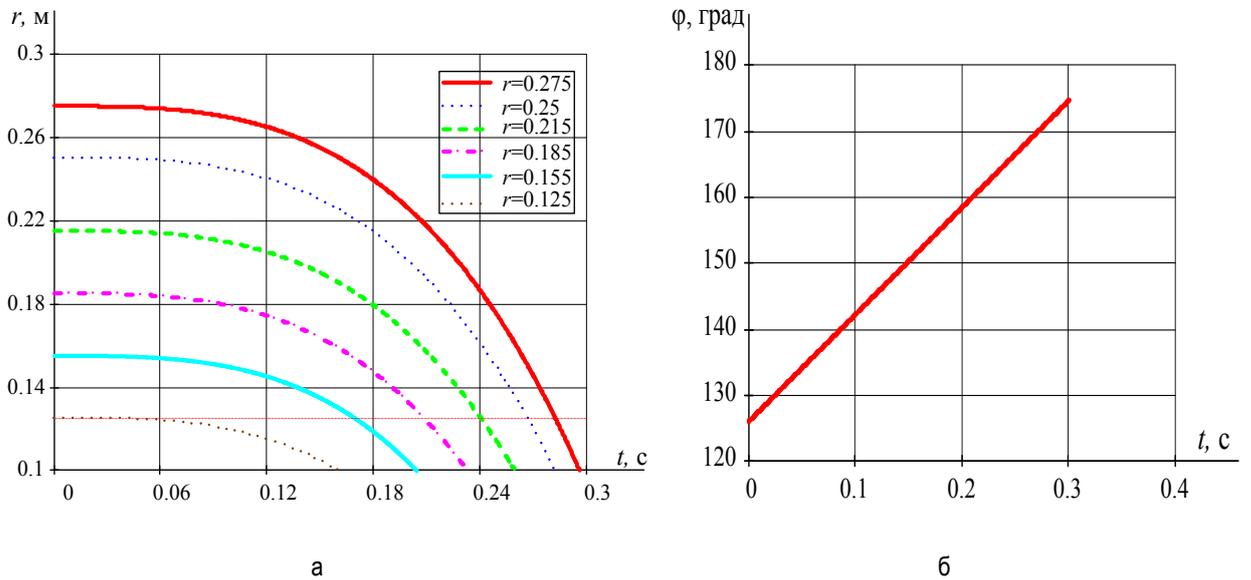


Рис. 6. Зависимости движения частицы по лопасти ротора:

а – для относительного движения, $r = r(t)$; б – для переносного движения, $\varphi = \varphi(t)$; 1 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,275$ м; 2 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,25$ м; 3 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,215$ м; 4 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,185$ м; 5 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,155$ м; 6 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,125$ м

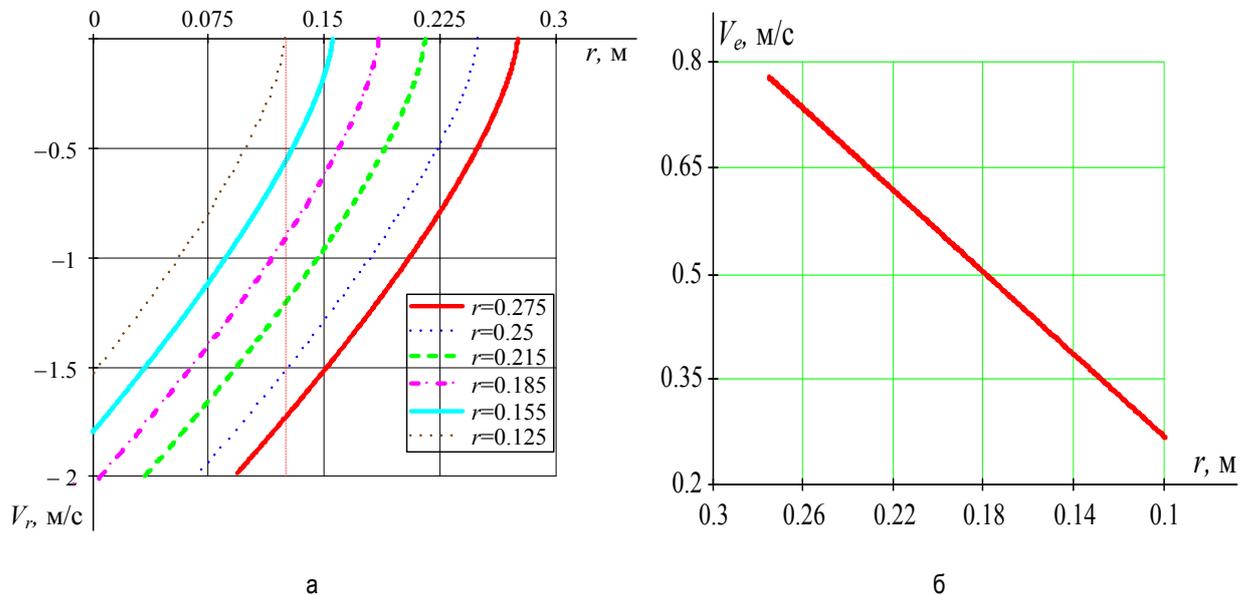


Рис. 7. Зависимости изменения скорости частицы при движении по лопасти ротора:

а – для изменения относительной скорости, $V_r = V_r(r)$; б – для изменения переносной скорости, $V_e = V_e(r)$; 1 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,275$ м; 2 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,25$ м; 3 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,215$ м; 4 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,185$ м; 5 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,155$ м; 6 – начальное положение частицы на лопасти, $r = 0,125$ м

Результаты численного моделирования позволяют определить начальные условия свободного падения частицы (табл. 1), а именно время схода частицы с лопасти t_0 , предельный угол подъема частицы φ , координаты частицы по осям r , составляющие относительной скорости частицы V_r и переносную скорость V_e для определения траекторий полета частиц (рис. 8).

В момент времени t_0 (координата частицы на лопасти $r = 0,125$ м) частица начинает свободное падение в полости ротора с начальной скоростью $V_0 = \sqrt{V_r^2 + V_e^2}$ под действием силы тяжести G и силы сопротивления воздуха F . Силы, действующие на частицу в случае свободного падения, изображены на рисунке 8.

Таблица 1

Начальные условия полета частиц

№	Показатели				
	t, c	$\varphi, \text{рад}$	$r, \text{м}$	$V_r, \text{м/с}$	$V_e, \text{м/с}$
1	0,2829	2,9986	0,125	-1,7294	0,35313
2	0,267	2,9536	0,125	-1,5212	0,35313
3	0,2403	2,8781	0,125	-1,2031	0,35313
4	0,2082	2,7874	0,125	-0,90609	0,35313
5	0,26779	2,7121	0,125	-0,55643	0,35313
6	0	2,1987	0,125	0	0,35313

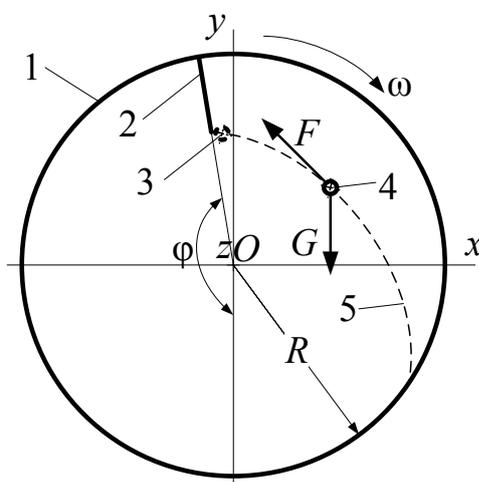


Рис. 8. Свободное падение частицы в полости ротора:
1 – полый цилиндр ротора; 2 – лопасть; 2 – начальное положение частицы; 4 – частица в произвольном положении;
5 – траектория движения частицы в полости ротора

Вектор силы тяжести G направлен вертикально вниз и численно равен

$$G = m \cdot g = \frac{\rho_1 \cdot \pi \cdot d^3}{6} \cdot \vec{g}, \quad (11)$$

$$m = \frac{\rho_1 \cdot \pi \cdot d^3}{6},$$

где ρ_1 – плотность частицы, кг/м³.

В зависимости от варианта использования ротора в конкретном техническом устройстве может как возникать необходимость учета сопротивления воздуха, так и отсутствовать. При этом в сушилках с продольным движением воздуха внутри вращающегося ротора вектор силы воздействия воздуха будет направлен вдоль продольной оси ротора, а в случае барабанного смесителя – навстречу движению частицы при ее падении с лопасти.

Вектор силы сопротивления воздуха F в конкретном примере направлен в сторону, противоположную вектору скорости частицы и численно равен [21]

$$F = k \cdot k' \cdot \rho_2 \cdot A \cdot \frac{V}{2}, \quad (12)$$

где ρ_2 – плотность воздуха, $A = \pi \cdot d^2/4$ – площадь поперечного сечения частицы, м²; k – коэффициент аэродинамического сопротивления; k' – коэффициент формы частицы, для частицы сферической формы $k' = 1$; V – модуль абсолютной разности скоростей частицы и потока воздуха, м/с.

Коэффициент аэродинамического сопротивления определяется по формуле [22, 23]

$$k = \frac{24 \cdot \mu}{d \cdot \rho_2 \cdot V}, \quad (13)$$

где μ – динамическая вязкость воздуха, Па·с.

Дифференциальные уравнения свободного падения частицы в полости ротора в проекциях на оси декартовой системы координат Oxy примут вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -\frac{18 \cdot \pi \cdot k' \cdot \mu \cdot A}{\rho_1 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot V_x, \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -g + \frac{18 \cdot \pi \cdot k' \cdot \mu \cdot A}{\rho_1 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot V_y. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Решение системы уравнений (14) определяет траектории движения частиц в полости ротора.

Траектория движения частицы в полости ротора диаметром 0,55 метра для частоты вращения $n = 27 \text{ мин}^{-1}$ с начальными условиями, приведенными в таблице 1, представлены на рисунке 9.

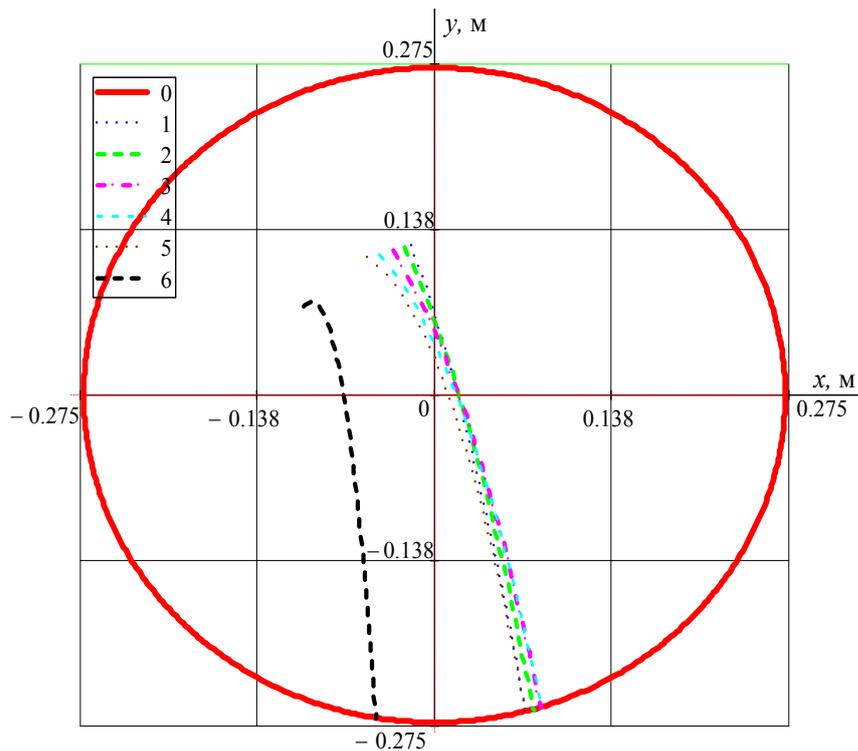


Рис. 9. Траектория движения частицы в полости ротора:
0 – ротор; 1, 2, 3, 4, 5, 6 – траектории частицы

Заключение. Проведенный силовой анализ позволил выявить основные выражения, необходимые для численного моделирования движения частицы по лопасти горизонтального ротора. Осуществленное математическое моделирование движения частицы по лопасти позволило установить графические модели изменения числовых значений ряда показателей, описывающих: зависимости угла начала движения частицы по лопасти от частоты вращения ротора и коэффициента трения частицы по лопасти; зависимости угла начала движения частицы по лопасти ротора от начального

положения частицы на лопасти; закон движения частицы по лопасти ротора; закон изменения скорости частицы при движении по лопасти ротора; начальные условия полета частиц; траектории движения частицы, сошедшей с лопасти.

Список источников

1. Крылатова С. Р., Матвеев А. И., Лебедев И. Ф., Яковлев Б. В. Моделирование движения частицы в винтовом пневмосепараторе статистическими методами // Математические заметки СВФУ. 2018. Т. 25, № 1. С. 90–97.
2. Лобовиков Д. В., Харченко А. В., Матыгуллина Е. В. Тестирование компьютерных программ, используемых при моделировании методом дискретных элементов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. 2022. Т. 24, № 1. С. 79–86.
3. Кравцов А. В., Коновалов В. В., Зайцев В. Ю., Донцова М. В. Моделирование скоростного режима движения аэропродуктового потока с параллельно-последовательными участками // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 75–83.
4. Шатохин В. М., Шатохина Н. В., Попова А. Н. Моделирование движения частицы грунта по шероховатой поверхности пространственной лопатки роторного грунтометателя // Строительство и техногенная безопасность. 2013. № 48. С. 201–210.
5. Андреев К. П., Костенко М. Ю., Шемякин А. В., Макаров В. А., Костенко Н. А. Исследование движения частицы удобрений по лопасти ворошителя // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2016. № 4 (32). С. 65–68.
6. Харитонов А. О., Горячкина М. И. Численное моделирование движения частицы гранулированного материала по криволинейной поверхности деки // Машиностроитель. 2011. № 12. С. 18–20.
7. Гавриленков А. М., Каргашилов Д. В., Некрасов А. В., Романюк Е. В. Математическое моделирование движения частицы осажженной пыли по стенке противочного циклона // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2013. № 4. С. 26–28.
8. Пилипака С. Ф., Несвидомин А. В. Моделирование движения частицы по шероховатой поверхности однополостного гиперболоида вращения // Наукові нотатки. 2015. № 48. С. 188–193.
9. Исаев Ю. М., Семашкин Н. М., Злобин В. А. Теоретическое описание движения семян сои в соосно расположенных цилиндрах // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (52). С. 6–12.
10. Исаев Ю. М., Семашкин Н. М. Моделирование траектории движения частицы материала в устройстве со спирально-винтовым рабочим органом // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1 (25). С. 156–160.
11. Исаев Ю. М., Шигапов И. И., Семашкин Н. М., Кошкина А. О., Абрамов А. Е. Перемещение частицы материала спиралью в вертикальном направлении // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 10–11.
12. Свиридов Л. Т., Дорняк О. Р., Костиков О. М. Моделирование движения частицы в шнековом питателе конической формы // Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе Российской академии естественных наук Воронежской государственной лесотехнической академии. 2002. № 4. С. 166–176.
13. Барышникова О. О., Борискина З. М., Шубин А. А. Математическое моделирование режимов движения частицы в конвейерах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 4. С. 248–257.
14. Сафаров Д. И., Емельянова О. В., Локтионова О. Г. Моделирование процесса движения частицы загрязнений в потоке жидкости // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 4-2 (43). С. 225–227.
15. Яблонский, В. О. Моделирование сепарации частиц твердой фазы из вязкопластической среды в гидроциклоне // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2020. № 3 (32). С. 6–11.
16. Шепелёв С. Д., Ческидов М. В., Шепелёв В. Д. Моделирование движения зерна в винтовом канале под воздействием воздушного потока // АПК России. 2019. Т. 26, № 4. С. 580–585.
17. Ляпцев С. А., Ахлюстина Н. В. Моделирование движения частицы в измельчителе // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2007. № 8. С. 107–110.
18. Сухопаров А. И., Иванов И. И., Плотникова Ю. А. Моделирование движения частицы в рабочей области центробежно-роторного измельчителя // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 57. С. 240–249.
19. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Миронов К. Е. Исследование взаимодействия зерна с лопастями ротора дробилки закрытого типа // Вестник НГИЭИ. 2017. № 8 (75). С. 26–34.

20. Францкевич, В. С. Моделирование движения частицы материал в кольцевом зазоре валковой среднеходной мельницы // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. 2004. № 4. С. 39–43.
21. Мударисов С. Г., Рахимов З. С. Обоснование параметров двухфазного течения «воздух – семена» при математическом описании работы пневматической системы зерновой сеялки // Вестник БГАУ. 2014. № 4. С. 85–91.
22. Давыдов С. Я. Расчет пневмотранспорта штучных грузов // Теория и практика мировой науки. 2016. №2 С. 54–59.
23. Крючин Н. П. Повышение эффективности распределительно-транспортирующих систем пневматических посевных машин : монография. Самара : РИЦ СГСХА. 2008.

References

1. Krylatova, S. R., Matveev, A. I., Lebedev, I. F. & Yakovlev, B. V. (2018). Modeling of particle motion in a screw pneumatic separator by statistical methods. *Matematicheskie zametki SVFU (Mathematical notes of NEFU)*, 25, 1, 90–97 (in Russ.).
2. Lobovikov, D. V. Kharchenko, A. V. & Matyullina, E. V. (2022). Testing of computer programs used in modeling by the method of discrete elements. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Mashinostroenie, materialovedenie (Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Mechanical engineering, materials science)*, 24, 1, 79–86 (in Russ.).
3. Kravtsov, A. V., Kononov, V. V., Zaitsev, V. Yu. & Dontsova, M. V. (2019). Modeling of the high-speed mode of movement of an aeroproduct stream with parallel-sequential sections. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 75–83 (in Russ.).
4. Shatokhin, V. M., Shatokhina, N. V. & Popova, A. N. (2013). Modeling of the movement of a soil particle along the rough surface of the spatial blade of a rotary ground sweeper. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost' (Construction and technogenic safety)*, 48, 201–210 (in Russ.).
5. Andreev, K. P., Kostenko, M. Yu., Shemyakin, A. V., Makarov, V. A. & Kostenko, N. A. (2016). Investigation of the movement of a fertilizers particle along the blade of the agitator. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva (Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostycheva)*, 4 (32), 65–68 (in Russ.).
6. Kharitonov, A. O. & Goryachkina, M. I. (2011). Numerical modeling of the motion of a particle of granular material along a curved surface of a soundboard. *Mashinostroitel' (Mashinostroitel)*, 12, 18–20 (in Russ.).
7. Gavrilin, A. M., Kargashilov, D. V., Nekrasov, A. V. & Romanyuk, E. V. (2013). Mathematical modeling of the motion of a particle of deposited dust along the wall of a countercurrent cyclone. *Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyah – MMTT (Mathematical methods in engineering and technology – MMET)*, 4, 26–28 (in Russ.).
8. Pilipaka, S. F. & Nesvidomin, A. V. (2015). Modeling of particle motion on a rough surface of a single-cavity hyperboloid of rotation. *Naukovi notatki (Naukovi notatki)*, 48, 188–193 (in Russ.).
9. Isaev, Yu. M., Semashkin, N. M. & Zlobin, V. A. (2020). Theoretical description of the movement of soybean seeds in coaxially arranged cylinders. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 4 (52), 6–12 (in Russ.).
10. Isaev, Yu. M. & Semashkin, N. M. (2014). Modeling of the trajectory of a material particle in a device with a spiral-screw working body. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1 (25), 156–160 (in Russ.).
11. Isaev, Yu. M., Shigapov, I. I., Semashkin, N. M., Koshkina, A. O. & Abramov, A. E. (2019). Movement of a material particle by a spiral in a vertical direction. *Sel'skii mekhanizator (Selskiy Mechanizator)*, 12, 10–11 (in Russ.).
12. Sviridov, L. T., Dorniyak, O. R. & Kostikov, O. M. (2002). Modeling of particle motion in a screw feeder of a conical shape. *Vestnik Central'no-Chernozemnogo regional'nogo otdeleniya nauk o lese Rossijskoj akademii estestvennykh nauk Voronezhskoj gosudarstvennoj lesotekhnicheskoy akademii (Bulletin of the Central Chernozem Regional Department of Forest Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences of the Voronezh State Forestry Academy)*, 4, 166–176 (in Russ.).
13. Baryshnikova, O. O., Boriskina, Z. M. & Shubin, A. A. (2016). Mathematical modeling of particle motion modes in conveyors. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki (Izvestiya Tula State University. Technical sciences)*, 4, 248–257 (in Russ.).
14. Safarov, D. I., Emelyanova, O. V. & Loktionova, O. G. (2012). Modeling of the process of motion of a particle of pollutants in a liquid flow. *Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta (Proceedings of the Southwestern State University)*, 4-2 (43), 225–227 (in Russ.).
15. Yablonsky, V. O. (2020). Modeling of separation of solid phase particles from a viscoplastic medium in a hydro-cyclone. *Energo- i resursoberezhenie: promyshlennost' i transport (Energy and resource saving: industry and*

transport), 3 (32), 6–11 (in Russ.).

16. Shepelev, S. D., Cheskidov, M. V. & Shepelev, V. D. (2019). Modeling of grain movement in a screw channel under the influence of air flow. *APK Rossii (Agroindustrial Complex of Russia)*, 26, 4, 580–585 (in Russ.).

17. Lyaptsev, S. A. & Akhlyustina, N. V. (2007). Modeling of particle motion in a shredder. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal (Izvestia of higher educational institutions. Mining magazine)*, 8, 107–110 (in Russ.).

18. Sukhoparov, A. I., Ivanov, I. I. & Plotnikova, Yu. A. (2019). Modeling of particle motion in the working area of a centrifugal rotary shredder. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (News of the St. Petersburg State Agrarian University)*, 57, 240–249 (in Russ.).

19. Bulatov, S. Yu., Nechaev, V. N. & Mironov, K. E. (2017). Investigation of the interaction of grain with the rotor blades of a closed-type grinder. *Vestnik NGIEI (Bulletin NGIEI)*, 8 (75), 26–34 (in Russ.).

20. Frantskevich, V. S. (2004). Modeling of the motion of a material particle in the annular gap of a medium-speed roller mill. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya fiziko-tekhnicheskikh nauk (Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-Technical Series)*, 4, 39–43 (in Russ.).

21. Mudarisov, S. G. & Rakhimov, Z. S. (2014). Substantiation of the parameters of the two-phase flow «air – seeds» in the mathematical description of the operation of the pneumatic system of a grain seeder. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik Bashkir State Agrarian University)*, 4, 85–91 (in Russ.).

22. Davydov, S. Ya. (2016). Calculation of pneumatic transport of piece loads. *Teoriya i praktika mirovoj nauki (Theory and practice of world science)*, 2, 54–59 (in Russ.).

23. Kryuchin, N. P. *Improving the efficiency of distribution and transporting systems of pneumatic sowing machines*. Samara: PC Samara SAA, 2008.

Информация об авторах:

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

К. П. Фудин – аспирант;

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

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

С. С. Петрова – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

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

K. P. Fudin – postgraduate student;

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

M. V. Dontsova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

S. S. Petrova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 23.04.2022; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 28.06.2022.

The article was submitted 23.04.2022; approved after reviewing 12.05.2022; accepted for publication 28.06.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.033

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_33

**ВЛИЯНИЕ РЕЦИПРОКНОГО СКРЕЩИВАНИЯ КАЛМЫЦКОЙ
И МАНДОЛОНГСКОЙ ПОРОД
НА КАЧЕСТВО НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Анастасия Юрьевна Молостова¹, Сергей Владимирович Карамаев², Анна Сергеевна Карамаева³

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

¹nastyakaz902@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5311-3493>

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

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

Цель исследований – совершенствование откормочных и мясных качеств скота калмыцкой породы методом воспроизводительного скрещивания с мандолонгской породой. В настоящее время требования рынка к качеству говядины, основанные на предпочтениях населения страны, значительно изменились. Меньшим спросом стала пользоваться жирная говядина. При изменении требований к продуктивным и биологическим качествам специализированных мясных пород внимание селекционеров привлекают крупные высокорослые породы франко-итальянской селекции, которые при интенсивной технологии выращивания и откорма отличаются повышенным приростом живой массы в раннем возрасте и накоплением жира в более позднем. Объект исследований – животные калмыцкой и мандолонгской пород, а также помесные телята первого поколения, полученные при реципрокном скрещивании. В результате того, что живая масса коров калмыцкой породы составляет 468 кг, а мандолонгской – 645 кг, относительная живая масса бычков от калмыцких коров была выше на 1,54%, телок – на 1,14%, что обусловило увеличение числа отелов с осложнениями, соответственно, до 35,7 и 12,5%. При первом подсосе телята от коров мандолонгской породы потребляли молозива на 6,5-4,5% больше, чем их сверстники от коров калмыцкой породы. В молозиве первого удоя коров калмыцкой породы было больше сухого вещества на 5,8-6,3%, МДЖ – на 1,5%, МДБ – на 3,9-4,7%. В молозиве калмыцких коров IgG больше на 29,1-29,9% IgA – на 29,6-28,4%, IgM – на 31,5-35,8%. Установлено, что иммуноглобулины из молозива коров калмыцкой породы быстрее поступали в кровь помесных телят и через 6 ч после первой выпойки их содержание было больше, по сравнению с показателем мандолонгской породы, на 8,9-10,2%.

Ключевые слова: порода, коровы, телята, реципрокное скрещивание, молозиво, иммуноглобулины.

Для цитирования: Молостова А. Ю., Карамаев С. В., Карамаева А. С. Влияние реципрокного скрещивания калмыцкой и мандолонгской пород на качество новорожденных телят первого поколения // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 33–38. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_33

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**INFLUENCE OF RECIPROCAL CROSSING OF THE KALMYK
AND MANDOLONG BREEDS
ON THE QUALITY OF NEWBORN CALVES OF THE FIRST GENERATION**

Anastasia Y. Molostova¹, Sergey V. Karamaev², Anna S. Karamaeva³

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

¹nastyakaz902@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5311-3493>

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

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

The purpose of the research is to improve the fattening and meat qualities of Kalmyk cattle by the method of reproductive crossing with the Mandolong breed. Currently, the market's requirements for beef quality, based on the preferences of the country's population, have changed significantly. Fatty beef has become less in demand. When changing the requirements for the productive and biological qualities of specialized meat breeds, the attention of breeders is attracted by large, tall breeds of Franco-Italian breeding, which, with intensive raising and fattening technology, are characterized by increased live weight gain at an early age and fat accumulation at a later age. The object of the research is animals of the Kalmyk and Mandolong breeds, as well as cross-bred calves of the first generation obtained by reciprocal crossing. As a result of the fact that the live weight of Kalmyk cows is 468 kg, and Mandolong cows – 645 kg, the relative live weight of calves from Kalmyk cows was higher by 1.54%, heifers – by 1.14%, which caused an increase in the number of calving with complications to 35.7 and 12.5% respectively. At the first suckling, calves from Mandolong cows consumed colostrum 6.5-4.5% more than those from Kalmyk cows. In the colostrum of the first milk yield of Kalmyk cows, there was more dry matter by 5.8-6.3%, MJ – by 1.5%, MDB – by 3.9-4.7%. In the colostrum of Kalmyk cows, IgG is 29.1-29.9% more, IgA is 29.6-28.4%, IgM is 31.5-35.8% more. It was found that immunoglobulins from the colostrum of Kalmyk cows entered the blood of crossbred calves faster and 6 hours after the first drinking their content was higher, compared to the Mandolong breed, by 8.9-10.2%.

Keywords: breed, cows, calves, reciprocal crossing, colostrum, immunoglobulins.

For citation: Molostova, A. Yu., Karamaev, S. V. & Karamaeva, A. S. (2022). Influence of reciprocal crossing of the kalmyk and mandolong breeds on the quality of newborn calves of the first generation. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 33–38. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_33

Ориентация мясного скотоводства на интенсивный путь развития, основанная на коренном техническом и технологическом перевооружении отрасли, предъявляет кардинально новые требования к животным разводимых пород. В настоящее время требования рынка к качеству говядины, основанные на предпочтениях населения страны, значительно изменились. Меньшим спросом стала пользоваться жирная говядина. В связи с этим породы британской селекции, такие как абердин-ангусская, герефордская, шортгорнская и др., отличающиеся высокой скороспелостью и интенсивным жиросложением в теле в сравнительно раннем возрасте при относительно невысокой живой массе, перестали удовлетворять требованиям современного производства из-за изменившихся приоритетов рынка. Поэтому при изменении требований к продуктивным и биологическим качествам специализированных мясных пород, внимание селекционеров больше привлекают крупные, высокорослые породы франко-итальянской селекции, которые при интенсивной технологии выращивания и откорма отличаются повышенным приростом живой массы в раннем возрасте и накоплением жира в более позднем [1-3].

В России для производства говядины разводят 15 пород мясного направления отечественной и зарубежной селекции. При этом по численности поголовья в общей структуре мясных пород скота первое место занимает абердин-ангусская порода – 41,8%, второе место – калмыцкая – 27,1%, третье – герефордская – 15,8%, четвертое – казахская белоголовая – 10,6% [4-6].

После того как в 2010 г. компания «Мираторг» завезла в Россию большую партию абердин-ангусской породы, доля скота калмыцкой породы начала снижаться. Это связано с тем, что калмыцкая порода более позднеспелая, при откорме интенсивное жиросложение наступает в раннем возрасте и, самое главное, по сравнению с абердин-ангусами у них ниже мясная продуктивность. Поэтому для улучшения мясных качеств калмыцкого скота в 2010 г. в Самарскую область из Австралии была завезена партия телок и бычков мандолонгской породы. Так как мандолонгская порода завезена в Россию впервые, проводятся научные исследования в рамках породоиспытания, а также изучается возможность её использования для совершенствования отечественных пород мясного направления [7-10].

Цель исследований – совершенствование откормочных и мясных качеств скота калмыцкой породы методом воспроизводительного скрещивания с мандолонгской породой.

Задачи исследований – изучить влияние реципрокного скрещивания калмыцкой и мандолонгской пород на качество новорожденных телят первого поколения.

Материал и методы исследований. Работа выполнена в соответствии с тематикой «Научное и практическое обоснование использования мандолонгской породы для повышения производства говядины и улучшения мясных качеств отечественных пород скота» (№ ГР 01.201376402). Исследования проводили в условиях предприятия по производству говядины «ИП Бугаев В. С.» Самарской области. Объект исследований – животные калмыцкой и мандолонгской пород, а также помесные телята первого поколения, полученные при реципрокном скрещивании. Из новорожденных телят были сформированы четыре группы в соответствии с вариантом реципрокного скрещивания и полом: I группа – бычки, II группа – телки, полученные при скрещивании коров калмыцкой породы с быками мандолонгской породы, III группа – бычки, IV группа – телки, полученные при скрещивании коров мандолонгской породы с быками калмыцкой породы. Качество новорожденных телят оценивали по общепринятым в зоотехнии и ветеринарии методикам.

У коров-матерей перед первым подсосом теленка брали средние пробы молозива в пластиковые бутылочки по 250 мл, замораживали и отправляли для исследования в испытательную научно-исследовательскую лабораторию Самарского ГАУ, где проводили химический и биохимический анализ по общепринятым методикам на сертифицированном оборудовании. У новорожденных телят через каждые 1-2 ч брали кровь для изучения динамики иммуноглобулинов, поступающих из молозива.

Результаты исследований. Изучение разных вариантов скрещивания показало, что полученные результаты значительно отличаются в зависимости от того, в качестве отцовской или материнской формы используется улучшающая порода (табл. 1).

Таблица 1

Качество новорожденных телят при реципрокном скрещивании калмыцкой и мандолонгской пород

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Поголовье телят, гол.	14	16	18	12
Живая масса новорожденных, кг	35,8±0,54	30,2±0,46	39,4±0,59	34,1±0,52
Относительная живая масса теленка, %	7,65±0,03	6,45±0,02	6,11±0,04	5,31±0,03
Количество отелов с осложнениями, %	35,7	12,5	5,6	-
Время от рождения до момента, когда теленок впервые встаёт на ноги, мин	47,8±0,51	36,5±0,39	34,2±0,47	31,7±0,32
Появление сосательного рефлекса, мин	64,6±0,59	49,1±0,42	46,4±0,51	42,3±0,34
Потребление первой порции молозива, мин	76,3±0,63	64,5±0,54	58,6±0,56	53,9±0,48
Объем первой порции молозива, кг	1,68±0,06	1,56±0,04	1,79±0,07	1,63±0,04
Количество глотков за время первого подсоса, шт.	554±4,2	557±4,8	497±4,5	494±3,9
Величина одного глотка в среднем, г	3,0±0,08	2,8±0,06	3,6±0,10	3,3±0,05
Количество сосаний в первые сутки, шт.	6	5	7	6
Объем потребленного молозива за сутки, кг	10,70±0,38	9,58±0,31	11,19±0,42	9,94±0,34

При использовании в качестве материнской формы калмыцкой породы доля помесных телок при отеле составила 53,3%, при использовании коров мандолонгской породы – 40,0%. Живая масса новорожденных бычков от коров мандолонгской породы была больше, чем от калмыцкой, на 3,6 кг (10,1%; $P<0,001$), телок – на 3,9 кг (12,9%; $P<0,001$).

Основная проблема заключается в том, что средняя живая масса коров калмыцкой породы составляет 468 кг, а мандолонгской – 645 кг. В результате живая масса бычков от калмыцких коров относительно живой массы коров-матерей (относительная живая масса) была выше на 1,54% ($P<0,001$), телок – на 1,14% ($P<0,001$). Это обусловило 35,7% отелов с осложнениями при рождении бычков от калмыцких коров, 12,5% – при рождении телок. При отелах коров мандолонгской породы этот показатель составил 5,6% при рождении бычков, при рождении телок трудных отелов не было.

Установлено, что полукровные телята от коров калмыцкой породы рождались более слабыми. По сравнению со сверстниками от коров мандолонгской породы, бычки после рождения вставали на ноги позднее на 13,6 мин (39,8%; $P<0,001$), телки – на 4,8 мин (15,1%; $P<0,001$), что, вероятно, связано с их более высокой относительной живой массой и трудными отелами. Сосательный рефлекс у бычков появился также позднее на 18,2 мин (39,2%; $P<0,001$), у телок – на 6,8 мин (16,1%; $P<0,001$). В связи с этим первую порцию молозива при естественном подсосе бычки получили позднее

на 17,7 мин (30,2%; $P<0,001$), телки – на 10,6 мин (19,7%; $P<0,001$).

Исследования показали, что телята, рожденные от матерей мандолонгской породы, при первом подсосе потребляли больше молозива, соответственно, на 0,11 кг (6,5%) и 0,07 кг (4,5%). При этом бычки делали глотки больше на 0,6 г (20,0%; $P<0,001$), телки – на 0,5 г (17,9%; $P<0,001$) и производили за время подсоса на 57 (10,3%; $P<0,001$) и 63 глотательных движений меньше (11,3%; $P<0,001$). Уменьшение числа глотательных движений и увеличение объема порции молозива приводит к снижению объема выделяемой слюны и ухудшению смешивания ее с молозивом.

Коровы используемых при скрещивании пород значительно различаются по величине удоя за подсосный период. От коров калмыцкой породы за лактацию получают 1100-1300 кг молока, от животных мандолонгской породы – 2500-2800 кг. Это, в свою очередь, отразилось на качестве молозива (табл. 2).

Таблица 2

Качество молозива первого удоя коров-матерей новорожденных телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Содержание сухого вещества, %	34,9±0,24	35,3±0,27	29,1±0,19	29,0±0,21
МДЖ, %	7,9±0,03	8,0±0,03	6,4±0,02	6,5±0,02
МДБ, %	23,2±0,08	23,6±0,10	19,3±0,06	18,9±0,07
в т.ч. казеин	6,6±0,03	6,5±0,03	5,5±0,02	5,3±0,02
альбумин	6,3±0,03	6,6±0,04	5,1±0,02	4,7±0,02
глобулин	10,3±0,05	10,5±0,04	8,7±0,03	8,9±0,03
Лактоза, %	2,3±0,01	2,3±0,01	2,1±0,01	2,2±0,01
Зола, %	1,5±0,01	1,4±0,01	1,3±0,01	1,4±0,01
Иммуноглобулины, всего, г/л:	125,8±0,87	127,2±0,89	96,8±0,78	98,3±0,81
в т.ч. класса G	106,0±0,72	106,9±0,68	81,6±0,63	82,8±0,60
A	12,7±0,13	13,1±0,15	9,8±0,10	10,2±0,11
M	7,1±0,06	7,2±0,05	5,4±0,04	5,3±0,03

Содержание сухого вещества в молозиве коров калмыцкой породы, по сравнению с мандолонгской, было больше на 5,8-6,3% ($P<0,001$). Массовая доля жира (МДЖ) была больше, соответственно, на 1,5% ($P<0,001$), массовая доля белка (МДБ) – на 3,9-4,7% ($P<0,001$). Белки молозива состоят из трех фракций: казеина – обеспечивающего питательную функцию в организме, альбумина – выполняющего «строительную» функцию для органов и тканей организма, и глобулинов – обеспечивающих защитную функцию организма. Основная роль в жизнеобеспечении новорожденных телят принадлежит именно глобулинам молозива. При этом в молозиве коров калмыцкой породы содержание глобулинов было больше на 1,6% ($P<0,001$), что очень важно при формировании у телят колострального иммунитета.

Большая часть глобулиновой фракции представлена иммуноглобулинами, которые подразделяются на три класса: IgG, IgA, IgM. Основополагающая роль при формировании колострального иммунитета принадлежит IgG. Содержание IgG в молозиве коров калмыцкой породы было больше, по сравнению с мандолонгской, на 24,1-24,4 г/л (29,1-29,9%; $P<0,001$). В структуре иммуноглобулинов молозива коров калмыцкой породы IgG составляют 84,0-84,3%, мандолонгской – 84,2-84,3%, IgA, соответственно, 10,1-10,3 и 10,1-10,4%, IgM – 5,6-5,7 и 5,4-5,6%.

Наряду с тем как быстро после рождения телят получит первую порцию молозива, в каком количестве и какого качества будет молозиво, эффективность формирования колострального иммунитета зависит также и от времени появления иммуноглобулинов в сыворотке крови новорожденных. С. В. Карамаев и др. [9] отмечают, что если через 6 ч после выпойки первой порции молозива содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови телят достигает концентрации 10 мг/мл и более, то это верный признак формирования крепкого иммунитета (табл. 3).

Установлено, что первые признаки появления иммуноглобулинов в крови новорожденных наблюдаются через час после выпойки первой порции молозива. Через два часа содержание иммуноглобулинов увеличивается у телят I группы на 2,82 мг/мл (в 14,4 раза; $P<0,001$), II группы – на 2,67 мг/мл (в 13,1 раза; $P<0,001$), III группы – на 2,16 мг/мл (в 13,0 раз; $P<0,001$), IV группы –

на 2,01 мг/мл (в 11,1 раза; $P < 0,001$). Через 6 ч после выпойки молозива содержание иммуноглобулинов в крови телят увеличилось, соответственно. на 11,67 мг/мл (в 56,6 раза; $P < 0,001$); 11,51 мг/мл (в 53,3 раза; $P < 0,001$); 10,73 мг/мл (в 60,6 раза; $P < 0,001$); 10,44 мг/мл (53,2 раза; $P < 0,001$). Таким образом, через 6 ч после выпойки первой порции молозива содержание иммуноглобулинов в крови новорожденных телят всех опытных групп достигло физиологической нормы. Следует отметить, что содержание иммуноглобулинов в крови бычков от коров калмыцкой породы выше, по сравнению с мандолонгской породой на 0,97 мг/мл (8,9%; $P < 0,05$), телок – на 1,09 мг/мл (10,2%; $P < 0,001$).

Таблица 3

Динамика иммуноглобулинов в сыворотке крови новорожденных телят после выпойки первой порции молозива, мг/мл

Время после выпойки молозива, ч	Группа			
	I	II	III	IV
До приема молозива	0,21±0,01	0,22±0,01	0,18±0,01	0,20±0,01
1	0,33±0,01	0,35±0,01	0,29±0,01	0,31±0,01
2	3,03±0,03	2,89±0,02	2,34±0,02	2,21±0,02
3	6,38±0,05	6,24±0,04	5,67±0,04	5,53±0,03
5	9,39±0,08	9,18±0,06	8,54±0,07	8,32±0,05
6	11,88±0,11	11,73±0,09	10,91±0,10	10,64±0,07
7	14,19±0,15	13,82±0,13	12,46±0,12	12,22±0,10
8	16,53±0,19	15,90±0,17	15,21±0,16	14,87±0,13
10	17,49±0,23	17,11±0,19	16,38±0,20	16,25±0,16
12	18,24±0,27	17,98±0,21	17,46±0,23	17,12±0,18

Через 6 ч после рождения интенсивность перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь телят начинает снижаться. В период с 6 до 12 ч жизни теленка концентрация иммуноглобулинов в крови увеличилась: в I группе на 6,36 мг/мл (53,5%; $P < 0,001$), во II группе – на 6,25 мг/мл (53,3%; $P < 0,001$), в III группе – на 6,55 мг/мл (60,0%; $P < 0,001$), в IV группы – на 6,48 мг/мл (60,9%; $P < 0,001$). Разница показателей бычков I и III групп составила через 12 ч после рождения 0,78 мг/мл (4,5%; $P < 0,05$), телок – 0,86 мг/мл (5,0%; $P < 0,05$). То есть организм телят, рожденных от коров мандолонгской породы, стремится нивелировать отставание по содержанию иммуноглобулинов, приближая его к физиологической норме.

Заключение. В связи с более низкой живой массой коров калмыцкой породы, относительная живая масса телят была больше на 1,14-1,54%, что послужило причиной увеличения на 12,5-30,1% числа трудных отелов. Качество молозива коров калмыцкой породы выше по содержанию сухого вещества на 19,9-21,7%, белков – на 20,2-24,9%, иммуноглобулинов – на 29,4-29,9%. В связи с этим интенсивность перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь у телят от коров калмыцкой породы выше, чем от коров мандолонгской породы.

Список источников

1. Мысик А. Т., Усманова Е. Н., Кузякина Л. И. Современные технологии в мясном скотоводстве при разведении абердин-ангусской породы // Зоотехния. 2020. №8. С. 25–28.
2. Тюлебаев С. Д., Столповский Ю. А., Лукьянов А. А., Литовченко В. Г., Кощеева А. В. К созданию нового типа мясного скота для Северо-Запада и Центральных регионов РФ // Зоотехния. 2019. №1. С. 7–10.
3. Чинаров А. В., Стрекозов Н. И. Стратегия развития внутреннего рынка мяса на среднесрочную перспективу // Зоотехния. 2014. №6. С. 1–517.
4. Дунин И. М., Амерханов Х. А., Шичкин Г. И., Сафина Г. Ф. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. М. : Лесные Поляны, 2018. С. 3–14.
5. Дунин И. М., Карамаев С. В. Влияние голштинской породы на убойные и мясные качества бестужевского скота // Молочное и мясное скотоводство. 1997. №2. С. 21–23.
6. Шичкин Г. И., Лебедев С. И., Костюк Р. В. Производство говядины: состояние и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2021. №8. С. 2–5.
7. Бакаева Л. Н., Карамаев С. В., Карамаева А. С. Рост и развитие ремонтных телок голштинской и айрширской пород при выращивании в индивидуальных домиках // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №1. С. 74–77.

8. Карамаев С. В., Матару Х. С., Китаев Е. А. Мандолонгская порода скота – впервые в России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №3 (27). С. 99–102.
9. Карамаев С. В., Матару Х. С., Валитов Х. З., Карамаева А. С. Мандолонгская порода – впервые в России : монография. Кинель : РИО СГСХА, 2017. 185 с.
10. Матару Х. С., Карамаев С. В. Рост и развитие молодняка мандолонгской породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №1. С. 78–81.

References

1. Mysik, A. T., Usmanova, E. N. & Kuzyakina, L. I. (2020). Modern technologies in beef cattle breeding while raising the Aberdeen-Angus breed. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 8, 25–28 (in Russ.).
2. Tyulebaev, S. D., Stolpovsky, Yu. A., Lulyanov, A. A., Litovchenko, V. G. & Koshcheeva, A. V. (2019). On the development of a new type of beef cattle for the North-West and Central regions of the Russian Federation. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 1, 7–10 (in Russ.).
3. Chinarov, A. V. & Strekozov, N. I. (2014). Strategy for the development of the domestic meat market for the medium term. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 6, 15–17 (in Russ.).
4. Dunin, I. M., Amerkhanov, Kh. A., Shichkin, G. I. & Safina, G. F. (2018). *State of beef cattle breeding in the Russian Federation: Yearbook on breeding work in beef cattle breeding in the farms of the Russian Federation*. Moscow: Lesnye Polyany (in Russ.).
5. Dunin, I. M. & Karamaev, S. V. (1997). Influence of the Holstein breed on the slaughter and meat qualities of the Bestuzhev cattle. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 2, 21–23 (in Russ.).
6. Shichkin, G. I., Lebedev, S. I. & Kostyuk, R. V. (2021). Beef production: state and prospects. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 8, 2–5 (in Russ.).
7. Bakaeva, L. N., Karamaev, S. V. & Karamaeva, A. S. (2015). Growth and development of replacement heifers of the Holstein and Ayrshire breeds when raised in individual houses. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 74–77 (in Russ.).
8. Karamaev, S. V., Mataru, Kh. S. & Kitaev, E. A. (2014). Mandolong breed of cattle – for the first time in Russia. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 3 (27), 99–102 (in Russ.).
9. Karamaev, S. V., Mataru, Kh. S., Valitov, Kh. Z., Karamaeva, A. S. (2017). *Mandolong breed – for the first time in Russia*. Kinel: PC Samara SSA (in Russ.).
10. Mataru, H. S. & Karamaev, S. V. (2015). Growth and development of young cattle of the Mandolong breed. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 78–81 (in Russ.).

Информация об авторах:

А. Ю. Молостова – аспирант;
С. В. Карамаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. С. Карамаева – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors:

A. Yu. Molostova – Graduate student;
S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. S. Karamaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 26.03.2022; одобрена после рецензирования 10.05.2022; принята к публикации 8.06.2022.

The article was submitted 26.03.2022; approved after reviewing 10.05.2022; accepted for publication 8.06.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.223.1

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_39

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ОПТИГЕН НА ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ**

Елизавета Игоревна Петухова¹, Мурат Хамидуллоевич Баймишев^{2✉}, Надежда Михайловна Шарымова³

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

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

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

³Sharymova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9588-6312>

Цель исследования – обоснование иммунологических, ферментативных показателей крови и показателей естественной резистентности организма коров в период пика лактации во взаимосвязи с дозой кормовой добавки Оптиген. Исследования проводились на коровах голштинской породы в условиях АО «Нива» Ставропольского района Самарской области. Для проведения исследований из числа новотельных коров по принципу пар аналогов было сформировано четыре группы коров по десять голов в каждой (контрольная, опытная-1, опытная-2, опытная-3). В ходе эксперимента контрольная группа животных содержалась на основном рационе, а животные опытных групп сверх того в рацион получали кормовую добавку Оптиген в дозе: опытная-1 – 90 г, опытная-2 – 100 г и опытная-3 – 120 г. Экспериментальное исследование проводили на коровах, находящихся в периоде пика лактации в течении первых 90 дней после отела. Для определения физиологического состояния кровь брали у 5 коров до начала эксперимента, а также у пяти животных из каждой группы на 5, 60 и 90 день после отела. У коров исследуемой группы изучали иммунологические и ферментативные показатели крови и градиенты естественной резистентности организма. Приведены результаты исследования по использованию кормовой добавки Оптиген в рационе кормления высокопродуктивных коров. Скармливание кормовой добавки Оптиген в дозе 100 г в период пика лактации улучшает показатели крови по содержанию иммуноглобулинов А, М, G, снижает активность АлТ, АсТ на 11-12%, а также бактерицидную, фагоцитарную, лизоцимную активности.

Ключевые слова: кормовая добавка, показатели крови, иммунитет, естественная резистентность.

Для цитирования: Петухова Е. И., Баймишев М. Х., Шарымова Н. М. Влияние кормовой добавки Оптиген на иммунологический статус высокопродуктивных коров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 39–45. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_39

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**INFLUENCE OF FEED ADDITIVE OPTIGEN ON THE IMMUNOLOGICAL STATUS
OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS**

Elizaveta I. Petukhova¹, Murat H. Baymishev^{2✉}, Nadezda M. Sharimova³

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

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

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

³Sharymova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9588-6312>

The aim of the research is to substantiate immunological, enzymatic blood parameters and indicators of natural resistance of the cows during the peak of lactation in relation to the dose of the Optigen feed additive. The research was carried out on Holstein cows in the conditions of JSC «Niva» of the Stavropol district of the Samara region. Four groups of cows with ten heads each (control, experimental-1, experimental-2, experimental-3) were formed among newly calved cows according to the principle of pairs of analogues. During the experiment, the control group of animals was kept on a basic diet, and the animals of the experimental groups in addition to the diet received the feed additive Optigen in a dose: experimental-1 – 90 g, experimental-2 – 100 g and experimental-3 – 120 g. The experimental study was carried out on cows in the peak period of lactation during the first 90 days after calving. To determine the physiological state, blood was taken from 5 cows before the experiment, as well as from five animals from each group on the 5th, 60th and 90th days after calving. Immunological and enzymatic blood parameters and gradients of natural resistance of the organism were studied in cows of the study group. The results of a study on the use of the feed additive Optigen in the diet of feeding highly productive cows are presented. Feeding the feed additive Optigen at a dose of 100 g during the peak of lactation improves blood parameters in terms of the content of immunoglobulins A, M, G, reduces the activity of AIT, AsT by 11-12%, as well as bactericidal, phagocytic, lysozyme activity.

Key words: feed additive, blood counts, immunity, natural resistance.

For citation: Petukhova, E. I., Baymishev, M. H. & Sharimova, N. M. (2022). Influence of feed additive optigen on the immunological status of highly productive cows. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 39–45. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_39

Одной из проблем при кормлении высокопродуктивных коров является замена дорогих белковых кормовых средств в рационе молочного скота доступным источником небелкового азота. Таким источником является медленно ферментируемая мочевины (Оптиген), которая высвобождается постепенно благодаря защите молекул мочевины жировой оболочкой, что и гарантирует оптимальную концентрацию (доступность) аммиака для роста бактерий в рубце [1, 2, 3, 4]. Оптиген является кормом для жвачных животных, разработанным специально для удовлетворения потребностей в небелковом азоте в микрофлоре рубца в течение дня, в основном между кормлениями, когда уровень аммиака в рубце падает слишком низко, и рост бактерий рубца снижается. Он способствует перевариванию клетчатки и повышает эффективность рубца в связывании азота [5, 6, 7]. Вопрос решения проблемы воспроизводства, повышения молочной продуктивности коров, жизнеспособного ремонтного молодняка стоит достаточно остро. Для получения экологически чистой продукции необходимо внести коррекцию в технологию молочного скотоводства, оптимизируя технологию кормления высокопродуктивных коров с уровнем молочной продуктивности [8, 9, 10, 11, 12]. Правильное белковое питание высокопродуктивных коров во многом определяет эффективность молочного скотоводства. При кормлении животных сбалансированным рационом не всегда можно получить от животных ожидаемую продуктивность. Одним из основных факторов, который необходимо учитывать при сбалансировании рациона по белку, является учёт скорости распада белков в рубце для относительно стабильного обеспечения микрофлоры аммиаком [13, 14, 15, 16].

Часто коррекция дефицитов происходит за счет добавления различных кормовых добавок, влияние которых может быть изучено недостаточно. Одной из таких является кормовая добавка Оптиген, представляющая собой защищенный небелковый азот [17, 18]. Эффективность использования защищенного небелкового азота в зависимости от его дозы, физиологического состояния животных, уровня молочной продуктивности, энергетической ценности рациона кормления во взаимосвязи с биохимическими показателями крови и репродуктивной функцией коров изучены недостаточно. Поэтому поиск оптимальной дозы с сохранением всех физиологических показателей в пределах нормы является актуальным вопросом для предприятий молочного скотоводства.

Цель исследований – обоснование иммунологических, ферментативных показателей крови и показателей естественной резистентности организма коров в период пика лактации во взаимосвязи с дозой кормовой добавки Оптиген.

Задачи исследований – изучить иммунобиологический статус коров в зависимости от дозы кормовой добавки Оптиген; определить показатель естественной резистентности исследуемых групп коров.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на коровах голштинской

породы в условиях АО «Нива» Ставропольского района Самарской области. Для проведения исследований из числа новотельных коров было сформировано по принципу пар аналогов четыре группы коров по десять голов в каждой (контрольная, опытная-1, опытная-2, опытная-3). Экспериментальное исследование проводили на коровах, находящихся в периоде пика лактации в течении первых 90 дней после отела. В ходе эксперимента контрольная группа животных содержалась на основном рационе, а животные опытных групп сверх того в рацион получали кормовую добавку Оптиген в дозе опытная-1 – 90 г, опытная-2 – 100 г и опытная-3 – 120 г.

Для определения физиологического состояния кровь брали у 5 коров до начала эксперимента, а также у пяти животных из каждой группы на 5-й, 60-й и 90-й день после отела (в утренние часы, в 8-9 ч, до кормления), используя закрытую систему Моновет в 2 контейнера: первый – для получения сыворотки, второй – для проведения анализов с цельной кровью и плазмой (в качестве консерванта добавлялся гепарин). У коров исследуемой группы изучали иммунологические и ферментативные показатели крови и градиенты естественной резистентности организма.

Исследования крови проводили с помощью представленных методик. Содержание иммуноглобулинов класса А, G и M проводили методом радиальной иммунодиффузии в геле по J. Manchinet al, в модификации О. Н. Грязновой в соавторстве (1980). Фагоцитарную активность нейтрофилов крови устанавливали по методу А. И. Иванова и Б. А. Чухолкина (1967). Бактерицидную активность сыворотки крови определяли по методу О. В. Бухарина и В. Л. Созыкина (1972). Лизоцимную активность устанавливали по О. В. Бухарину (1974). Ферменты АсТ и АлТ изучали на биохимическом фатометре Staffax 1904 с использованием тест-реактивов фирмы «ИФА-Вектор-бест». Исследование крови на показатели естественной резистентности проводилось в гематологической лаборатории Самарского ГАУ, иммунологические и ферментативные показатели крови – в лаборатории гематологии и иммунологии Самарского ГМУ.

Результаты исследований. Перед началом исследований на пятый день после родов у всех коров исследуемых групп изучили иммунобиологические, ферментативные показатели крови и градиенты естественной резистентности организма. В результате исследования установлено, что иммунобиологические и ферментативные показатели крови коров на пятый день после отела имели большую величину средней арифметической ошибки, что отражает их морфофункциональное состояние и свидетельствует о большом отклонении показателей крови между животными (табл. 1).

Таблица 1

Иммунологические и ферментативные показатели крови и градиенты естественной резистентности организма коров на 5-й день после отела (до начала исследования)

Наименование показателя	Референсные значения	Значение показателя
Имуноглобулины, мг/дл		
A	191,37	149,12±8,25
M	120,00	114,36±5,85
G	1209,10	1100,76±25,51
Ферменты, ед./л		
АлТ	60,00-80,00	64,43±±3,86
АсТ	80,00-100,00	100,04±±3,98
Естественная резистентность, %		
Фагоцитарная активность нейтрофилов, %	58,00-60,00	60,03±±0,48
Бактерицидная активность, %	48,00-51,00	50,68±±0,23
Лизоцимная активность, %	18,00-21,00	16,38±±0,50

Иммунологические и ферментативные показатели крови и градиенты естественной резистентности организма коров на пятый день после отела (до начала исследования) учитывались с целью выявления степени влияния доз кормовой добавки Оптиген.

На 60 день после родов содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови у коров 2 опытной группы составило: А – 162,02 мг/дл, М – 139,32 мг/дл, G – 1138,36 мг/дл, что больше, чем в контрольной группе, на 37,25, 26,95 и 39,48 мг/дл.

К 90 дню после отела отмечается снижение содержания иммуноглобулинов в сыворотке крови у животных всех исследуемых групп, в контрольной группе животных концентрация иммуноглобулина

А в сыворотке крови составила 125,00 мг/дл, иммуноглобулина М – 112,58 мг/дл, иммуноглобулина G – 1100,96 мг/дл, что меньше на 14,02, 0,02 и 1,1 мг/дл, соответственно, чем на пятый день после отела. Во 2-й опытной группе коров содержание в сыворотке крови иммуноглобулинов А и G значимо больше (на 37,32 и 129,73 мг/дл) по сравнению с контролем – 162,32 и 1230,69 мг/дл, соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Иммунологические и ферментативные показатели крови организма коров на 60 и 90 день после отела

Группа животных	Иммуноглобулины, мг/дл.			Ферменты, ед./л	
	А	М	G	АлТ	АсТ
на 60-й после родов					
Контрольная	124,77±2,18	112,37±2,19	1098,88±8,13	70,79±3,11	109,79±6,12
Опытная-1	138,22±3,12*	124,18±3,08*	1107,37±7,73*	72,97±4,05	107,18±5,16
Опытная-2	162,02±2,17***	139,32±2,07***	1138,36±5,72***	73,29±4,82	94,17±2,67*
Опытная-3	159,91±3,16*	140,19±2,15***	1178,32±4,81***	74,06±2,13	94,1±3,02*
на 90-й после родов					
Контрольная	125,00±2,18	112,58±2,19	1100,96±8,14	73,35±3,11	109,99±6,13
Опытная-1	138,48±3,12*	124,41±3,08*	1149,49±7,38*	78,13±4,05	107,38±5,16
Опытная-2	162,32±2,17***	139,58±2,07***	1230,69±5,73***	79,44±4,82	94,34±2,67*
Опытная-3	160,21±3,16*	140,45±2,15***	1290,59±4,81***	82,21±2,13	94,72±3,02*

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

Повышенное содержание в сыворотке крови коров ферментов АлТ и АсТ во все периоды исследований в контрольной группе указывает на начальное нарушение функции печени. Обмен веществ состоит из совокупности множества химических реакций, протекающих в организме. Данные реакции протекают за счет ферментов, которые являются биологическими катализаторами, включая ферменты класса трансфераз, которые катализируют реакции расщепления внутримолекулярных связей. На 60 день после отела у коров контрольной группы отмечается повышенное содержание фермента АлТ – 70,79ед./л и АсТ – 109,79 ед./л, что указывает на превышение порогового показателя их содержания в сыворотке крови, что, по-видимому, связано с течением послеродового периода и началом лактации. К 90 дню после отела содержание ферментов АлТ и АсТ снижается у животных 2 и 3 опытных групп, которым скармливали кормовую добавку Оптиген в дозе 100 и 120 г, и находится в пределах порогового уровня. Повышение активности АсТ и АлТ в сыворотке крови у животных контрольной и 1 опытной группы указывает на начальное нарушение функции печени и дестабилизации липопротеинового комплекса, обеспечивающее нарушение обменно-энергетических процессов, что отрицательно сказывается на процессе гемопозеза.

В результате анализа показателей естественной резистентности организма коров было установлено, что у животных всех исследуемых групп к 60 дню после родов отмечалось повышение показателей фагоцитарной активности нейтрофилов, бактерицидной активности и лизоцимной активности сыворотки крови, что доказывает, что у данных коров происходит повышение показателей естественной резистентности (табл. 3).

Так, к 60 дню после отела фагоцитарная активность нейтрофилов составила в контрольной группе коров 65,20%, что на 0,96% меньше, чем в первой опытной группе, на 1,00% меньше, чем во 2 опытной группе, и на 1,21% меньше, чем в 3 опытной группе. Разница показателей 2 и 3 опытных групп коров в сравнении с контролем статистически значима (P<0,05).

Бактерицидная активность у коров, которые получали кормовую добавку Оптиген в дозе 100 г (2 опытная группа), составила 67,05%, что на 0,22% меньше, чем у коров, которые получали большую дозу кормовой добавки Оптиген – 120 г (3 опытная группа), и на 0,26% меньше, чем у животных, которые получали меньшую дозу кормовой добавки Оптиген – 80 г (1 опытная группа), а также на 5,88% больше, чем у животных контрольной группы. Разница показателя бактерицидной активности 2 и 3 опытных групп коров в сравнении с контролем статистически значима (P<0,01). Лизоцимная активность у животных контрольной группы на 60 день после родов составила 16,37%, что на 2,78% меньше, чем у коров 2 опытной группы, на 2,84% меньше, чем у животных 3 опытной группы и на 2,87% меньше, чем у животных первой опытной группы. Разница лизоцимной активности между

животными контрольной группы и 2, 3 опытных групп значима ($P < 0,05$).

Таблица 3

Показатели естественной резистентности организма коров на 60 и 90 день после отела			
Естественная резистентность, %			
Группы животных	фагоцитарная активность, %	бактерицидная активность, %	лизоцимная активность, %
На 60-й день после родов			
Контрольная	65,20±0,34	55,18±0,31	16,37±0,22
Опытная-1	66,16±0,46	66,79±0,28	19,24±0,19*
Опытная-2	66,20±0,41*	67,05±0,49**	19,15±0,37*
Опытная-3	66,41±0,41*	67,27±0,49**	19,21±0,37*
На 90-й день после родов			
Контрольная	65,32±0,34	55,28±0,31	16,40±0,22
Опытная-1	66,28±0,46	66,91±0,28	19,27±0,19*
Опытная-2	66,32±0,41	67,17±0,47*	19,18±0,37*
Опытная-3	66,53±0,41	67,39±0,49*	19,24±0,37*

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

К 90 дню после родов у коров первой опытной группы фагоцитарная активность нейтрофилов составила 66,28%, что на 0,96% меньше, чем контрольной группы, на 1,00% меньше, чем у коров 2 опытной группы, и на 0,25% меньше, чем 3 опытной группы. Бактерицидная активность на 90 день после родов у коров всех исследуемых групп по сравнению с показателями за пять дней после родов повышается. Однако показатели у животных опытных групп имеют большую величину и соответствуют референсному значению по сравнению с контролем. Бактерицидная активность у коров 3 опытной группы составила 67,39%, а 2 опытной группы – 67,17%, что на 11,89 и 12,11%, соответственно, больше, чем у животных контрольной группы. Показатели бактерицидной активности у коров 2 и 3 опытных групп по сравнению с контролем значима ($P < 0,01$). Лизоцимная активность на 90 день после родов у животных 2 и 3 опытных групп, которым вводили кормовую добавку Оптиген в дозе 100 и 120 г, составила 19,18 и 19,24%, что на 2,78 и 2,84%, соответственно, больше, чем у коров контрольной группы. Показатель лизоцимной активности у коров контрольной группы на 90 день после отела снизился на 0,94% по сравнению с показателем за пять дней до родов, у животных 2 опытной группы этот показатель снизился на 3,72%. Разница по показателям лизоцимной активности коров 2 и 3 опытных групп по сравнению с показателями на пятый день после отела значима ($P < 0,01$). Снижение иммунологического статуса коров контрольной группы в пик лактации свидетельствует о нарушении обмена веществ и является основной этиологией снижения защитных сил организма и, как следствие, молочной продуктивности, а у коров опытной группы отмечается повышение показателей естественной резистентности организма и обменных процессов, что способствует улучшению функциональной деятельности молочной железы в период лактации.

Заключение. В результате проведенного эксперимента отмечено, что у высокопродуктивных коров в период пика лактации включение в основной рацион 100 г кормовой добавки Оптиген улучшает показатели крови по содержанию иммуноглобулинов А, М, G, бактерицидной, фагоцитарной, лизоцимной активности и снижает активность АлТ, АсТ на 11-12%, что обеспечивает повышение иммунного статуса и показателей естественной резистентности организма коров; нормализация показателей ферментов трансаминирования АЛпТ и АСаТ предупреждает нарушение функций печени у высокопродуктивных коров. Указанное обстоятельство можно объяснить оптимальной композицией действующих субстанций, входящих в состав кормовой добавки Оптиген.

Список источников

1. Березин А. Синтез микробного белка в рубце коров при разном соотношении растворимой и распадаемой фракции протеина в рационе // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. №12. С. 32–33.
2. Головань В. Т., Лещук А. Г., Кучерявенко А. В., Ведищев В. А. К вопросу воспроизводства стада крупного рогатого скота // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. Краснодар, 2016. Т. 5, №1. С. 159–165.

3. Грен О. В. Влияние комплексной кормовой добавки «Биокоретрон-форте» на воспроизводительные функции коров // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2013. №2. С. 101–103.
4. Жантасов Е. И., Ярмоц Г. А. Влияние органического селена на переваримость питательных веществ рациона и молочную продуктивность коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 7. С. 19–21.
5. Кальницкий Б. Д., Харитонов Е. Л. Процессы ферментации белка в преджелудках жвачных и возможности оптимального нормирования белкового (аминокислотного) питания молочных коров // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов : материалы конференции. Краснодар : Кубанский ГАУ, 2012. С.131–156.
6. Лушников Н. А., Столбова М. Е., Рудецкая Е. В. Кормовая добавка Оптиген в рационах лактирующих коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 10. С. 54–55.
7. Мудрак Д. И., Вищур О. И., Борода Н. А., Лешовская Н. М., Рацкий М. И., Голубец А. В., Шкаруба С. М. Состояние т- и В-клеточного звена иммунитета в крови стельных коров-первотелок при действии витаминно-минерального комплекса «Олиговит» // Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого. 2014. Т. 16, №3-2 (60) С. 213–218.
8. Ребезов М. Б., Топурия Г. М., Топурия Л. Ю. Коррекция иммунного статуса у крупного рогатого скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. №2(94). С. 52–58.
9. Самбуров Н. В., Палаус И. Л. Биохимический и иммунологический статус коров при смене физиологического состояния // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №2. С.46–48.
10. Семерунчик А. Д. Особенности содержания белковых фракций в сыворотке крови глубокостельных коров разного возраста // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. №7-2. С. 212–214.
11. Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Мешков И. В., Пристяжнюк О. Н. Динамика показателей крови коров при коррекции эндометрита // Известия Самарской государственной академии. 2016. №3. С. 33–37.
12. Грашин А. А., Грашин В. А. Ассоциация аллелей групп крови с молочной продуктивностью Самарского типа черно-пестрой породы скота // Известия Самарской государственной академии. 2018. №1. С. 26–30. doi: 12737/20410.
13. Baimishev M. H., Eremin S. P., Baimishev K. B., Baimisheva S. A. Blood indicators of dry cows before and after administration of a drug stemb // Asian Pacific Journal of Reproduction. 2019. Т. 8, №1. P. 25–29.
14. Krishtoforova B. V., Lemeshchenko V. V. The morphology of immune competent organs in neonatal animals // Acta Biologica Szegediensis. 2007. №51(1). P. 23.
15. Shaidullin R., Sharafutdinov G., Moskvicheva A., Ravilov R., Khakimov I. Productive longevity of white-and-black cows of different genotypes // BIO Web of Conferences. 2020. №17(3). P. 1–5.
16. Morin D. E., Nelson S. V., Reid E. D., Nagy D. W., Dahl G. E. et al. Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows // J Am Vet Med Assoc. 2010. №237(4). P. 420–428.
17. Mikhalev V., Shabunin S., Safonov V., Chernitskiy A. Metabolic status of newborn calves with intrauterine growth retardation // Reproduction in Domestic Animals. 2018. №53(S2). P. 168.
18. Vasquez A., Nydam D., Foditsch C., Warnick L., Wolfe C. Characterization and comparison of the microbiomes and resistomes of colostrum from selectively treated dry cows // Journal of Dairy Science. 2021. №105(D1). P. 637–653.

References

1. Berezin, A. (2018). Synthesis of microbial protein in the rumen of cows with a different ratio of soluble and decomposable protein fractions in the diet. *Kormlenie seliskokhoziaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*, 12, 32–33 (in Russ.).
2. Golovan, V. T., Leschuk, A. G., Kucheryavenko, A.V. & Vedishchev, V. A. (2016). On the issue of cattle reproduction. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva (Collection of scientific papers of the North Caucasus Scientific Research Institute of Animal Husbandry)*. (pp. 159–165). Krasnodar (in Russ.).
3. Gren, O. V. (2013). Influence of the complex feed additive Biocoretron-forte on the reproductive functions of cows. *Vestnik Krasnoarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of KrasSAU)*, 2, 101–103 (in Russ.).
4. Zhantasov, E. I. & Yarmots, G. A. (2012). The effect of organic selenium on the digestibility of nutrients in the diet and dairy productivity of cows. *Kormlenie seliskokhoziaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*, 7, 19–21 (in Russ.).
5. Kalnitskiy, B. D. & Kharitonov, E. L. (2012). Protein fermentation processes in the pre-pancreas and the possibilities of optimal rationing of protein (amino acid) nutrition of dairy cows. Amino acid nutrition of animals and the problem of protein resources '12: *conference materials*. (pp. 131–156). Krasnodar: Kuban State Agrarian University (in Russ.).

6. Lushnikov, N. A., Stolbova, M. E. & Rudetskaya, E. V. (2011). Feed additive Optigen in the diets of lactating cows. *Kormlenie seliskokhoziaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*, 10, 54–55 (in Russ.).
7. Mudrak, D. I., Vishchur, O. I., Boroda, N. A., Leshovskaya, N. M., Ratsky, M. I., Golubets, A.V. & Shkaruba, S. M. (2014). The state of t- and B-cell immunity in the blood of pregnant first-calf cows under the action of the vitamin-mineral complex Oligovit. *Nauchnyj vestnik L'vovskogo nacional'nogo universiteta veterinarnoj mediciny i biotekhnologii imeni S. Z. Gzhickogo (Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhitsky)*, 16, 3-2 (60), 213–218 (in Russ.).
8. Rebezov, M. B., Topuria, G. M. & Topuria, L. Yu. (2016). Correction of immune status in cattle. *Vestnik miasnogo skotovodstva (The Herald of Beef Cattle Breeding)*, 2(94), 52–58 (in Russ.).
9. Samburov, N. V. & Palaus, I. L. (2015). Biochemical and immunological status of cows during the change of physiological state. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj seliskokhoziaistvennoj akademii (Vestnik of Kursk State Agricultural Academy)*, 2, 46–48 (in Russ.).
10. Semerunchik, A. D. (2013). Features of the content of protein fractions in the blood serum of pregnant cows of different ages. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk (Actual problems of humanities and natural sciences)*, 7-2, 212–214 (in Russ.).
11. Baymishev, H. B., Baymishev, M. H., Meshkov, I. V. & Pristyazhnyuk, O. N. (2016). Dynamics of blood parameters of cows in the correction of endometritis. *Izvestiia Samarskoj gosudarstvennoj selskokhoziaistvennoj akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 33–37 (In Russ.). doi: 10.12737/20332.
12. Grashin, A. A. & Grashin, V. A. (2018). Alleles association of blood groups with milk productivity of the Samara type of Black-and-White breed. *Izvestiia Samarskoj gosudarstvennoj selskokhoziaistvennoj akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 26–30 (In Russ.). doi: 12737/20410.
13. Baimishev, M. H., Eremin, S. P., Baimishev, K. B. & Baimisheva, S. A. (2019). Blood indicators of dry cows before and after administration of a drug stemb. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 8, 1, 25–29.
14. Krishtoforova, B. V. & Lemeshchenko, V. V. (2007). The morphology of immune competent organs in neonatal animals. *Acta Biologica Szegediensis*, 51(1), 23.
15. Shaidullin, R., Sharafutdinov, G., Moskvicheva, A., Ravirov, R. & Khakimov, I. (2020). Productive longevity of white-and-black cows of different genotypes. *BIO Web of Conferences*, 17(3), 1–5.
16. Morin, D. E., Nelson, S. V., Reid, E. D., Nagy, D. W. & Dahl, G. E. et al. (2010). Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*, 237(4), 420–428.
17. Mikhalev V., Shabunin S., Safonov V. & Chernitskiy A. (2018). Metabolic status of newborn calves with intrauterine growth retardation. *Reproduction in Domestic Animals*, 53(S2), 168.
18. Vasquez A., Nydam D., Foditsch C., Warnick L. & Wolfe C. (2021). Characterization and comparison of the microbiomes and resistomes of colostrum from selectively treated dry cows. *Journal of Dairy Science*, 105(D1), 637–653.

Информация об авторах:

Е. И. Петухова – аспирант;
 М. Х. Баймишев – доктор ветеринарных наук, профессор;
 Н. М. Шарымова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about authors:

E. I. Petukhova – postgraduate student;
 M. Kh. Baimishev – Doctor of Veterinary Sciences, Professor;
 N. M. Sharimova – 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: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22.03.2022; одобрена после рецензирования 16.05.2022; принята к публикации 18.06.2022.

The article was submitted 22.03.2022; approved after reviewing 16.05.2022; accepted for publication 18.06.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 619:616-076

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_46

ФАРМАКОПРОФИЛАКТИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО ГЕПАТОЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРНИТИНСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА

Сергей Владимирович Петровский^{1✉}, Елена Ивановна Большакова² Матеша Анна Александровна³

^{1, 2, 3}Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины, Витебск, Республика Беларусь

¹vsavm_sergey@tut.by✉, <https://orcid.org/0000-0001-5912-7258>

²elena_bolshakova_58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0972-1280>

³annamatesha@yandex.by, <https://orcid.org/0000-0002-4456-7725>

Цель исследований – обоснование проведения фармакопрофилактических мероприятий в отношении лекарственного гепатоза у моногастричных животных для повышения их продуктивности. В условиях клиники кафедры внутренних незаразных болезней животных проведено моделирование лекарственного гепатоза у белых мышей. Сформировано три группы животных (по 5 особей в каждой). Мыши контрольной группы получали обычный рацион кормления, мыши опытных групп с кормом получали антибактериальный препарат амоксициллин и препарат, обладающий жаропонижающим, противовоспалительным и обезболивающим действием, парацетамол. Препараты задавались в максимальных терапевтических дозах. Дополнительно мышам второй опытной группы задавался препарат «Карнивет», содержащий карнитина гидрохлорид, магния сульфат и сорбитол. Опыт продолжался 25 дней. Оценивалось клиническое состояние лабораторных животных и изменение их живой массы. Диагноз гепатоз (или его отсутствие) подтверждался результатами макро- и микроскопических исследований печени после убоя белых мышей. Клиническое состояние мышей первой опытной группы характеризовалось угнетением и периодически возникающей агрессией. Среднесуточные приросты живой массы оказались наиболее высокими у мышей второй опытной группы и превысили данный показатель по отношению к контрольной группе на 28,6%, а по сравнению с первой опытной – на 426,3%. При послеубойном вскрытии мышей первой опытной группы в печёночной ткани обнаружены типичные дистрофические изменения (зернистая и вакуольная дистрофия, кариолизис) и слабо выраженная воспалительная реакция. В печени мышей контрольной группы подобных изменений обнаружено не было. В печени животных второй опытной группы выявлялись слабо выраженные очаговая зернистая и вакуольная дистрофии. Кроме того, установлены выраженные «восстановительные» процессы, характеризующиеся периваскулитами и единичными мелкими гранулемами, а также увеличением доли двухъядерных гепатоцитов. Сделано заключение о профилактической эффективности препарата «Карнивет» в отношении токсического гепатоза.

Ключевые слова: лекарственный гепатоз, белые мыши, среднесуточный прирост живой массы, дистрофические изменения в печени, карнитина гидрохлорид, профилактика.

Для цитирования: Петровский С. В., Большакова Е. И., Матеша А. А. Фармакопрофилактика лекарственного гепатоза с использованием карнитинсодержащего препарата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 46–53. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_46

Original article

PHARMACOPROPHYLAXIS OF DRUG HEPATOSIS WITH PREPARATION CONTAINING CARNITINE

Siarhei V. Piatrouski^{1✉}, Elena I. Bolshakova² Hanna A. Matesha³^{1, 2, 3}Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus¹vsavm_sergey@tut.by✉, <https://orcid.org/0000-0001-5912-7258>²elena_bolshakova_58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0972-1280>³annamatesha@yandex.by, <https://orcid.org/0000-0002-4456-7725>

The purpose of the research is to substantiate the implementation of pharmacoprophylactic measures in relation to drug hepatitis in monogastric animals to increase their productivity. In the conditions of the clinic of the Department of Internal Non-infectious Animal Diseases, a simulation of drug hepatitis in white mice was carried out. Three groups of animals were formed (5 individuals each). The mice of the control group received the usual feeding diet, the mice of the experimental groups received the antibacterial drug amoxicillin and a drug with antipyretic, anti-inflammatory and analgesic effects, paracetamol. The drugs were given in maximum therapeutic doses. Additionally, the second experimental group was given the drug «Carnivet» containing carnitine hydrochloride, magnesium sulfate and sorbitol. The experiment lasted 25 days. The clinical condition of laboratory animals and changes in their live weight were evaluated. The diagnosis of hepatitis (or its absence) was confirmed by the results of macro- and microscopic studies of the liver after slaughter of white mice. The clinical condition of the mice of the first experimental group was characterized by depression and intermittent aggression. The average daily gains in live weight were the highest in the mice of the second experimental group and exceeded this indicator in relation to the control group by 28.6%. In the mice of the first experimental group, receiving amoxicillin and paracetamol, by the end of the experiment, live weight plumb lines were established. Post-slaughter autopsy of mice of the first experimental group revealed typical dystrophic changes in the liver tissue (granular and vacuole dystrophy, karyolysis) and a weakly pronounced inflammatory reaction. No such changes were found in the liver of the control group mice. Weakly expressed focal granular and vacuole dystrophy were detected in the liver of animals of the second experimental group. In addition, pronounced «restorative» processes characterized by perivascularitis and single small granulomas as well as an increase in the proportion of binucleated hepatocytes have been established. A conclusion was made about the preventive efficacy of the drug «Carnivet» in relation to toxic hepatitis.

Keywords: drug-induced hepatitis, white mice, average daily weight gain, dystrophic changes in the liver, carnitine hydrochloride, prevention.

For citation: Petrovsky, S. V., Bolshakova, E. I. & Matesha, A. A. (2022). Pharmacoprophylaxis of drug hepatitis with preparation containing carnitine. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 46–53. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_46

В условиях промышленной технологии производства на свиноматок воздействуют многочисленные экзо- и эндотоксины (микотоксины, свободные радикалы, соли тяжёлых металлов и т.д.) [1-4]. Экзотоксинами, оказывающими «повреждающее» действие на печень, могут стать и лекарственные препараты, особенно при нарушении сроков их использования и дозировок. Болезни печени, имеющие лекарственное, а по сути, токсическое происхождение, моделировались на поросятах-отъёмышках. Данные исследования указывали на серьёзную опасность, которую представляет для свиней бесконтрольное применение лекарственных веществ [5, 6].

Применение препаратов, обладающих гепатопротекторными свойствами, назначаемых в схеме комплексных терапевтических мероприятий, позволит снизить негативный эффект, оказываемый различными токсинами [7, 8].

Цель исследований – обоснование проведения фармакопрофилактических мероприятий в отношении токсического (лекарственного) гепатоза у моногастричных животных для повышения их продуктивности и сохранности.

Задача исследований – провести моделирование токсического (лекарственного) гепатоза у

моногастрических (лабораторных) животных – белых мышей; изучить клиническое состояние, характер роста, биохимические показатели крови, а также макро- и микроскопические (патогистологические) изменения в печени названных животных, животных контрольной группы и опытной, в которой с профилактической целью применялся комплексный препарат с гепатопротекторным действием.

Материал и методы исследований. При проведении исследований осуществлено моделирование токсического (лекарственного) гепатоза у нелинейных беспородных белых мышей посредством применения максимальных терапевтических доз лекарственных средств, а также оценка профилактической эффективности гепатопротекторного препарата «Карнивет». Опыт продолжался 25 дней. В условиях стационара кафедры внутренних незаразных болезней животных Витебской ГАВМ были сформированы 3 группы белых мышей: контрольная и две опытных. В состав каждой группы было включено по 5 животных. Условия кормления и содержания мышей каждой группы идентичны. Мыши первой опытной группы дополнительно к рациону получали амоксициллин и парацетамол, второй опытной – названные препараты и гепатопротекторный препарат «Карнивет».

Парацетамол задавался исходя из дозировки 7,5 мг на группу животных, амоксициллин – 2,5 мг на группу животных. Препараты для удобства дозирования смешивались с сахаром и задавались групповым способом внутрь с кормом. Препарат «Карнивет» задавался с питьевой водой в дозе 0,75 мл на группу.

Механизм гепатотоксического действия парацетамола связан с его метаболизмом, около 5% ацетаминофена подвергается окислению изоферментами цитохрома P-450 с образованием N-ацетил-p-бензохинонимина (NAPQI), который, связываясь с глутатионом, превращается в неактивное соединение и выводится почками. При увеличении дозы парацетамола возрастает количество NAPQI, при этом возникает дефицит глутатиона, а NAPQI соединяется с нуклеофильными группами белков гепатоцитов, что приводит к некрозу ткани печени. Этим же механизмом объясняется способность парацетамола вызывать некроз почечных канальцев (в почках тоже содержатся ферменты, окисляющие препарат).

Амоксициллин – полусинтетический антибиотик широкого спектра действия группы пенициллинов для лечения бактериальных инфекций. Метаболизм происходит в печени, поэтому при превышении оптимальных доз может обладать выраженной гепатотоксичностью и проявляться гепатоцеллюлярным поражением.

В исследовании использовался препарат «Карнивет» производства ООО «Рубикон» (Республика Беларусь, г. Витебск), содержащий L-карнитина гидрохлорид, магния сульфат семиводный, сорбитол (как вспомогательное вещество).

Известно, что L-карнитин участвует в процессах обмена веществ в качестве переносчика жирных кислот через клеточные мембраны из цитоплазмы в митохондрии, где эти кислоты подвергаются процессу β -окисления с образованием большого количества метаболической энергии (в форме АТФ). Препарат нормализует белковый (замедляет распад белковых молекул) и жировой обмен, восстанавливает щелочной резерв крови, угнетает образование кетокислот и анаэробный гликолиз, уменьшает степень лактацидоза, увеличивает двигательную активность и повышает переносимость физических нагрузок, при этом способствует экономному расходованию гликогена и увеличению его запасов в печени. Мобилизует жир из жировых депо (благодаря наличию трёх лабильных метильных групп). Конкурендно вытесняя глюкозу, включает жирнокислотный метаболический шунт, активность которого не лимитирована кислородом (в отличие от аэробного гликолиза), в связи с чем препарат эффективен в условиях острой гипоксии (в том числе мозга) и других критических состояниях.

Сорбитол, накапливаясь в печени в форме гликогена, участвует в энергетическом обмене, обладает диуретическими свойствами. Магния сульфат улучшает пищеварение, умеренно стимулирует перистальтику кишечника, обладает желчегонными свойствами.

В начале и в конце опыта было проведено взвешивание мышей и определён среднесуточный прирост живой массы.

По окончании опыта был проведен убой мышей и отбор образцов печёночной ткани. Для проведения гистологического исследования образцы тканей печени мышей фиксировали в 10% нейтральном растворе формалина. Обезжизвование тканей осуществлялось в этиловом спирте. Затем проводили заливку материала в затвердевающие среды (парафин). После заливки парафиновых

блоков были изготовлены гистосрезы на микротоме. Приготовленные срезы окрашивались гематоксилин-эозином по Эрлиху и изучались микроскопически с использованием компьютерной программы «Биоскан».

По итогам исследований было сделано заключение о влиянии препарата с гепатопротекторными свойствами «Карнивет» на степень развития в печени подопытных животных дистрофических изменений и его потенциальной профилактической эффективности.

Результаты исследований. В результате клинического наблюдения за поведением и общим состоянием мышей контрольной и опытных групп были выявлены некоторые различия между группами. В первой опытной группе животные были вялыми, малоподвижными, «сбивались в кучу» и постоянно сидели в тёмном углу, при посторонних звуках могли нападать друг на друга, их аппетит был значительно ниже, чем мышей контрольной и второй опытной групп. В тоже время мыши, получавшие амоксициллин и парацетамол и одновременно с ними препарат «Карнивет», характеризовались хорошим аппетитом, были подвижными и любопытными, охотно пили воду с добавленным в неё препаратом (рис. 1).



Рис. 1. Мыши первой (а) и второй (б) опытных групп. Изменения поведения

По окончании опыта были определены среднесуточные приросты живой массы мышей контрольной и опытной групп (табл. 1).

Таблица 1

Среднесуточные приросты живой массы лабораторных мышей и их сохранность

Показатель	Группы животных		
	Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
Средняя масса в начале опыта, г	24,8±3,834	29,2±1,643	25,2±5,263
Средняя масса в конце опыта, г	27,6±5,273	29,75±2,986	28,8±2,280
Валовая масса в начале опыта, г	124	146	126
Валовая масса живых мышей в конце опыта, г	138	119	144
Масса павших мышей, г	-	29,9	-
Количество кормодней	125	106	125
Среднесуточный прирост, г	0,112	0,03	0,144
Сохранность, %	100	80*	100

Примечание. * – одна мышь пала на седьмой день опыта.

Среднесуточный прирост живой массы мышей второй опытной группы оказался на 28,6% выше, чем контрольной (табл. 1). По сравнению с показателем первой опытной группы среднесуточный прирост у мышей контрольной и второй опытной групп оказался выше в 3,73 и в 5,26 раза.

Заключительным этапом исследований стала аутопсия мышей, макроскопическое исследование печени мышей контрольной и опытных групп, гистологическое изучение полученных образцов печёночной ткани.

После вскрытия в печени мышей первой опытной группы были выявлены характерные для токсической дистрофии изменения. Макроскопическое исследование показало, что у мышей этой группы печень была увеличена в размере, дряблой консистенции (легко разрывалась на части), пёстрого вида: на красно-коричневом фоне отмечались участки бледно-серого цвета (рис. 2).

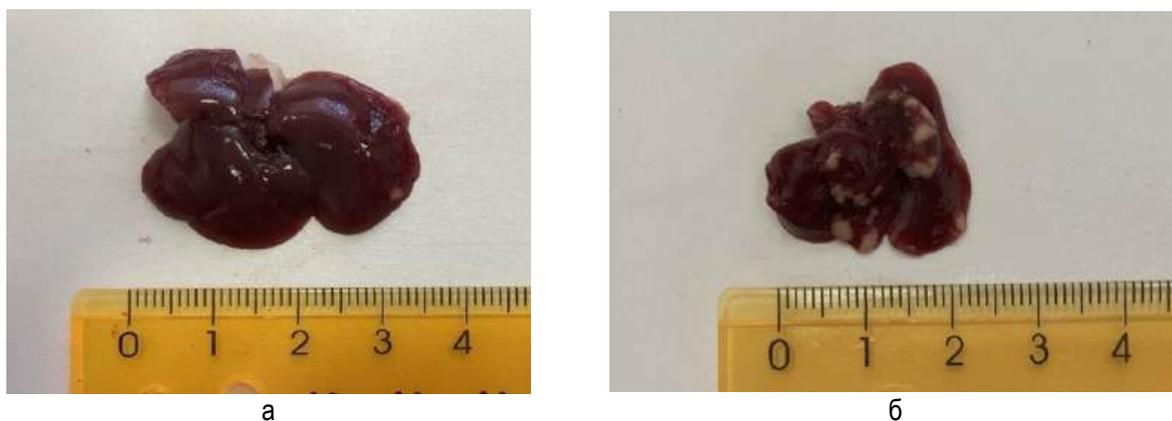


Рис. 2. Гепатомегалия (а) и пёстрая окраска печени (б) у мышей первой опытной группы

У мышей контрольной группы подобных изменений не обнаружили. У мышей второй опытной группы макроскопические изменения (в виде незначительной гепатомегалии) были обнаружены в двух случаях.

С целью подтверждения наличия токсических поражений печени было проведено гистологическое исследование образцов печёночной ткани.

В печени мышей первой опытной группы при гистологическом исследовании выявлялось сглаживание дольчатого строения печёночной ткани, дисконкомплексация печёночных балок. Ядра печёночных клеток, особенно центра долек, находились в состоянии карнопикноза, карноплизиса, вакуолизации и лизиса цитоплазмы, что говорит о формировании явлений цитоплизиса. На периферии дольки встречались бесструктурные гепатоциты в виде мелкозернистых масс, между которыми выявлялась слабая и умеренная лейко- и лимфоцитарная инфильтрация. Кроме того, в печени мышей первой опытной группы обнаруживали зернистую и вакуольную дистрофию, отёк стенок кровеносных сосудов со слабо выраженной воспалительной реакцией в виде лимфоидных периваскулитов и мелких единичных гранулем (рис. 3).

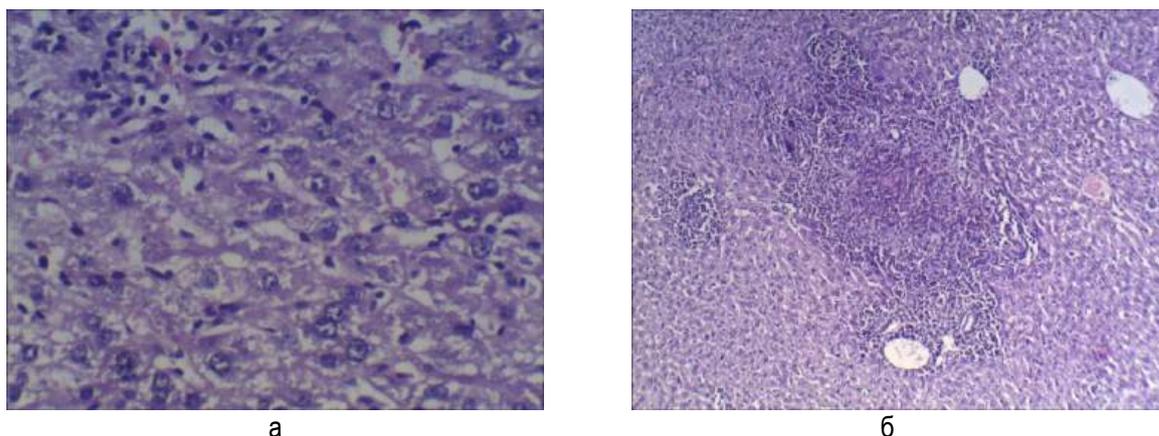
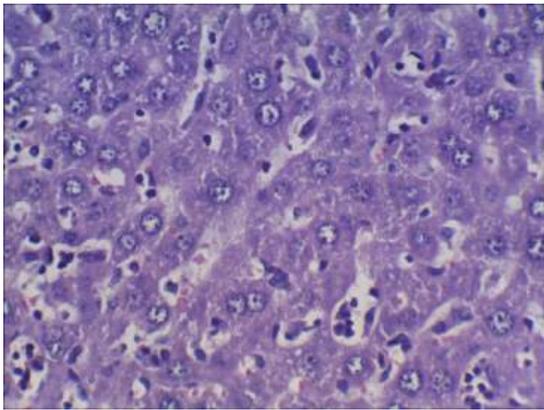
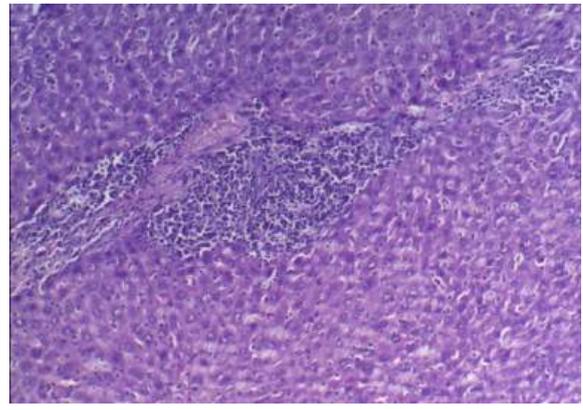


Рис. 3. Печень мыши первой опытной группы (микрофото):

а – жировая дистрофия и некроз гепатоцитов (гематоксилин-эозин, Биомед-6, ув. x 480);
б – очаги некроза с лимфоидной инфильтрацией на периферии (гематоксилин-эозин, Биомед-6, ув. x 120)



в



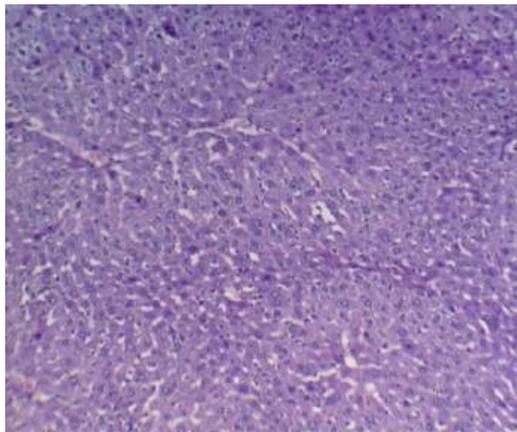
г

Рис. 3. Окончание (начало см. на с. 50):

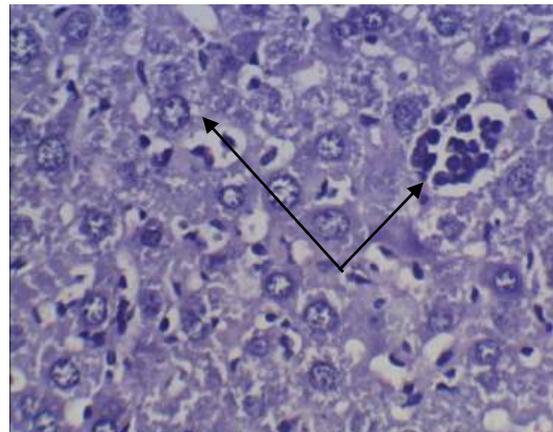
в – зернистая дистрофия и отек стенок кровеносных сосудов (гематоксилин-эозин, Биомед-6, ув. x 480);

г – интерстициальный гепатит (гематоксилин-эозин, Биомед-6, ув. x 120)

При микроскопическом исследовании в печени мышей, получавших препарат «Карнивет», наблюдали сохранение дольчатого и балочного строения паренхимы органа. Гепатоциты во всех полях зрения полигональной формы с четкими контурами и ядрами, с умеренным количеством двухъядерных гепатоцитов преимущественно на периферии печеночной дольки. В незначительных участках некоторых печеночных клеток обнаруживали зернистую и вакуольную дистрофии, периваскулиты и мелкие единичные гранулемы (рис. 4).



а



б

Рис. 4. Печень мышей второй опытной группы (микрофото):

а – печеночные дольки (гематоксилин-эозин, Биомед-6, ув. x 120); б – зернистая дистрофия и лимфоидная гранулема (гематоксилин-эозин, Биомед-6, ув. x 480)

Таким образом, более тяжелые патоморфологические изменения в печени мышей возникают при «обработке» их парацетамолом и амоксициллином. Данные изменения характеризуются преобладанием альтеративных и дистрофических (зернистой, вакуольной и очаговой жировой дистрофии) процессов, наличием немногочисленных мелких очагов некроза. Пролиферативные процессы в печени мышей первой опытной группы выражены гораздо слабее.

У мышей второй опытной группы, получавших дополнительно препарат «Карнивет», дистрофические процессы были представлены очаговой зернистой и вакуольной дистрофией. Однако помимо процессов «разрушения» в печени данных мышей обнаружены и «восстановительные» процессы, характеризующиеся периваскулитами и единичными мелкими гранулемами, а также увеличением доли двухъядерных гепатоцитов. Данные изменения свидетельствуют об активизации механизмов регенерации в паренхиме печени.

Заключение. Изменения клинического состояния мышей при токсическом гепатозе, смоделированном энтеральным введением амоксициллина и парацетамола, характеризовались вялостью, малоподвижностью, вынужденными положениями, повышенной возбудимостью и агрессивностью при воздействии внешних раздражителей, снижением аппетита. Макро- и микроскопические изменения в печени у данных животных были типичными для токсического гепатоза.

Препарат «Карнивет», применённый совместно с парацетамолом и амоксициллином, значительно снизил токсическое действие парацетамола и амоксициллина на печень, что характеризовалось восстановлением аппетита мышей, их удовлетворительным состоянием, отсутствием агрессии по отношению к другим мышам, повышением среднесуточных приростов живой массы по сравнению и с животными контрольной и первой опытной групп. Препарат «Карнивет», применённый с целью фармакопрофилактики токсического гепатоза, успешно предотвратил развитие выраженных дегенеративных изменений в печени и стимулировал процессы регенерации.

Полученные результаты указывают на высокий профилактический эффект, оказываемый препаратом «Карнивет» при применении у лабораторных животных. Данные результаты могут быть использованы при проведении профилактических мероприятий в отношении токсического гепатоза и у продуктивных животных (в том числе, и у свиней).

Список источников

1. Пугатина А. Е., Грачева О. А. Биохимический контроль лечения при токсической дистрофии печени поросят // Вестник Марийского государственного университета. 2019. Т. 5, № 1. С. 35–41. (Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки).
2. Стрельников С. А. Лечение и профилактика жировой дистрофии печени у поросят с применением гепатовекса : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. Белгород – п. Майский, 2011.
3. Великанов В. В. Интенсивность перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы поросят при токсической гепатодистрофии // Учёные записки Витебской государственной академии ветеринарной медицины. 2017. Т. 53, Вып.1. С. 39–41.
4. Петровский С. В., Дубина И. Н., Хлебус Н. К. Биохимические показатели крови и репродукция свиноматок при хронических микотоксикозах // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов. Гродно : Гродненский ГАУ, 2010. Т. 2. Агронмия. Ветеринария.
5. Сенько А. В., Емельянов В. В. Медикаментозные поражения печени у поросят // Ветеринарная медицина Беларуси. 2001/2002. № 4/1. С. 30–31.
6. Емельянов В. В., Севрюк И. З. Лекарственный гепатит у поросят // Учёные записки Витебской государственной академии ветеринарной медицины. 2005. Т. 41, Вып. 1. С. 46–49.
7. Великанов В. В., Курдеко А. П., Петровский С. В., Хлебус Н. К., Сандул П. А. Фармакопрофилактика болезней печени у свиней и цыплят-бройлеров. Горки : БГСХА, 2021.
8. Хлебус Н. К. Профилактика токсической гепатодистрофии у супоросных свиноматок с использованием комплексного гепатопротекторного препарата. Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы международной научно-практической конференции. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016

References

1. Pugatina, A. E. & Gracheva, O. A. (2019). Biochemical control of treatment for toxic piglet liver dystrophy. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta (Vestnik of the Mari State University)*, 5, 1, 35–41. (Series: Agricultural Sciences. Economic sciences) (in Russ.).
2. Strelnikov, S. A. (2011). Treatment and prevention of fatty liver dystrophy in piglets with the use of hepatovex. *Extended abstract of candidate's thesis*. Belgorod – P. Maysky (in Russ.).
3. Velikanov, V. V. (2017). Intensity of lipid peroxidation and activity of the antioxidant system of piglets with toxic hepatodystrophy. *Uchenie zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia Vitebskaia ordena Znak pocheta gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi medicini (Scientific notes of educational institutions Vitebsk Order Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine)*, 53, 1, 39–41 (in Russ.).
4. Pyatrouski, S. U., Dubina, I. M. & Khlebus, N. K. (2010). Biyakhimichnyya pakazchyki kryvi i reproduktiya svinamatak pry khranichnykh mikataksikozakh. *Agriculture – problems and prospects : collection of scientific papers*. Grodno : Grodno State Agrarian University. Vol. 2. Agronomy. Veterinary medicine (in Russ.).
5. Senko, A. V. & Emelyanov, V. V. (2001/2002). Drug-induced liver lesions in piglets. *Veterinarnaya medicina Belarusi (Veterinary medicine of Belarus)*, 4/1, 30–31 (in Russ.).
6. Emelyanov, V. V. & Sevryuk, I. Z. (2005). Drug hepatitis in piglets. *Uchenie zapiski uchrezhdeniia obrazovaniia*

Vitebskaia ordena Znak pocheta gosudarstvennaia akademiia veterinarnoi medicini (Scientific notes of educational institutions Vitebsk Order Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine), 41, 1, 46–49 (in Russ.).

7. Velikanov, V. V., Kurdeko, A. P., Petrovsky, S. V., Khlebus, N. K. & Sandul, P. A. (2021). *Pharmacoprophylaxis of liver diseases in pigs and broiler chickens*. Gorki : Belarusian State Agricultural Academy BGSNA (in Russ.).

8. Khlebus, N. K. (2016). Prevention of toxic hepatodystrophy in pregnant sows with the use of a complex hepatoprotective drug. Contribution of young scientists to agricultural science '16: *materials of the international scientific and practical conference*. Kinel : PC Samara State Agricultural Academy (in Russ.).

Информация об авторах:

С. В. Петровский – кандидат ветеринарных наук, доцент;

Е. И. Большакова – кандидат ветеринарных наук, доцент;

А. А. Матеша – магистр ветеринарных наук.

Information about the authors:

S. V. Piatrouski – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;

E. I. Bolshakova – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;

H. A. Matesha – Master of Veterinary Science.

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

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

Статья поступила в редакцию 12.03.2022; одобрена после рецензирования 6.05.2022; принята к публикации 8.06.2022.

The article was submitted 12.03.2022; approved after reviewing 6.05.2022; accepted for publication 8.06.2022.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.598

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_54

**ВЛИЯНИЕ СКРЕЩИВАНИЯ ГУСЕЙ
НА ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ГИБРИДОВ**

**Светлана Владимировна Копылова¹, Айрат Фаритович Хабиров², Ринат Равилович Гадиев^{3✉},
Альберт Рифович Фаррахов⁴**

^{1, 2, 3, 4}Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

¹wetakopylova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5601-9075>

²xaifa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6524-6971>

³rgadiev@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0727-312X>

⁴farraxov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2843-5888>

Цель исследований – повышение продуктивных показателей гусей путем скрещивания птицы линдовской породы и китайской породы Wanxi. В статье представлен сравнительный анализ промеров, полученных при измерении статей тела изучаемых пород и их гибридов. Для получения новых гибридов выбраны две породы тяжелого и среднего типа. В качестве исходной материнской формы была использована линдовская порода гусей, в качестве отцовской формы – китайская порода гусей Wanxi. Описываются взятые промеры и способы их измерения. Исследования проводились на территории предприятия ООО «Башкирская птица» Благоварского района Республики Башкортостан. Промеры снимали с птицы в возрасте 9 недель для изучения влияния скрещивания на экстерьерные особенности полученных гибридов. Полученные значения промеров гибридов сравнивались между собой и с промерами исходных пород. Значения основных промеров, характеризующих мясные качества и крепость телосложения (обхват туловища, длина голени, длина кля) составляют, соответственно: ♂68,5 ♀66,5; ♂18,1 ♀15,8; ♂30,3 ♀26,4 см. Для получения среднего значения по всем породным группам методом вариационной статистики вычислены среднее арифметическое, ошибка средней арифметической и критерий достоверности с помощью программы Microsoft Excel. Для более точной характеристики телосложения по данным промеров были рассчитаны индексы телосложения. Проведенные исследования показали, что полученные гибриды ♀Линдовская × ♂Wanxi по взятым промерам превосходят родительские формы, о чем говорят лучшие мясные качества. Прослеживается эффект гетерозиса. Таким образом объясняется возможность выращивания полученных гибридов на мясо.

Ключевые слова: гусеводство, скрещивание, гибрид, промер, экстерьерные особенности, мясная продуктивность, гетерозис.

Для цитирования: Копылова С. В., Хабиров А. Ф., Гадиев Р. Р., Фаррахов А. Р. Влияние скрещивания гусей на экстерьерные особенности их гибридов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 54–59. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_54

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

THE INFLUENCE OF GESE CROSSING ON THE EXTERIOR FEATURES OF HYBRIDS

Svetlana V. Kopylova¹, Airat F. Khabirov², Rinat R. Gadiev^{3✉}, Albert R. Farrakhov⁴

^{1, 2, 3, 4}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

¹wetakopylova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5601-9075>

²xaifa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6524-6971>

³rgadiev@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0727-312X>

⁴farraxov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2843-5888>

The purpose of the research is to increase productivity of geese by crossing the Lindow geese and the Chinese Wanxi breed. The article presents a comparative analysis of measurements obtained by measuring the body articles of the studied breeds and their hybrids. Two breeds of heavy and medium type were selected to obtain new hybrids. The Lindow geese breed was used as the initial maternal form, the Chinese Wanxi goose breed was used as the paternal form. The measurements taken and the methods of their measurement are described. The research was carried out on the territory of the Bashkir Bird LLC enterprise in the Blagovarsky district of the Republic of Bashkortostan. To study the effect of crossing on the exterior features of the obtained hybrids measurements were taken from a bird at the age of 9 weeks. The obtained values of measurements of hybrids were compared with each other and with measurements of the original breeds. The values of the main measurements characterizing the meat qualities and the strength of the constitution (trunk girth, shin length, keel length) are: ♂68,5 ♀66,5; ♂18,1 ♀15,8; ♂30,3 ♀26,4 centimeters' respectively. To get the average value for all breed groups by the method of variation statistics, the arithmetic mean, the error of the arithmetic mean and the accuracy criterion were calculated using the Microsoft Excel program. According to the measurements constitution indexes were calculated for a more accurate characteristic of the constitution. The conducted studies have shown that the obtained hybrids of ♀Lindovskay × ♂Wanxi surpass the parent forms in the taken measurements, as evidenced by the best meat qualities. The effect of heterosis is observed. This explains the possibility of raising the obtained hybrids for meat.

Keywords: goose breeding, crossing, hybrid, measurement, exterior features, meat productivity, heterosis.

For citation: Kopylova, S. V., Khabirov, A. F., Gadiev, R. R. & Farrakhov, A. R. (2022). The influence of geese crossing on the exterior features of hybrids. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 54–59. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_54

Гусеводство является одной из самых перспективных отраслей животноводства благодаря производству диетической продукции высокого качества с минимальными затратами труда и кормов, что благоприятно сказывается на экономической ситуации того или иного хозяйства [1, 2]. В современном мире все более популярным становится потребление натуральных продуктов питания, при производстве которых не применяются достижения генной инженерии и которые были бы безопасны для живого организма [3]. Гусеводческая продукция полностью отвечает экологическим требованиям за счет пастбищного содержания птицы, что обеспечивает ее органическую чистоту. Добиться экологичности, а вместе с тем и низких затрат на корма можно путем пастбищного содержания гусей, где птица потребляет зеленый корм и различных мелких членистоногих [4, 5]. Чтобы обеспечить спрос на диетическое мясо, необходимо увеличивать количество производимой продукции, в связи с чем в гусеводстве все более актуальным становится решение использовать не только чистопородную птицу, но и различных гибридов.

Цель исследований – повышение продуктивных показателей гусей путем скрещивания птицы линдовской породы и китайской породы Wanxi.

Задачи исследований – установить влияние скрещивания гусей линдовской породы и китайской породы Wanxi на экстерьерные особенности полученных гибридов; сравнить полученные промеры статей тела исследуемых пород и их гибридов; изучить индексы телосложения.

По мнению Я. С. Ройтера, важной целью разведения птицы является получение высокой мясной продуктивности, которая характеризуется живой массой животного. В свою очередь живая масса определяется способностью к росту – процессу увеличения размеров тела, его объемных и линейных промеров [6, 7]. Изучая рост, пользуются данными систематических взвешиваний, а также результатами снятых промеров отдельных частей тела животного. Обработка полученных показателей и их сравнение дают возможность установить особенности и закономерности роста и развития птицы. Наблюдение за ростом и развитием животного позволяет вовремя предотвращать какие-либо отклонения и принимать соответствующие меры для их устранения [8, 9, 10].

Показатели живой массы взрослых гусаков и гусынь изучаемых пород приведены в таблице 1. Гуси линдовской породы достаточно быстро набирают живую массу (табл. 1), что дает возможность использовать породу с целью увеличения живой массы при гибридизации.

Изучая рост и развитие птицы важно исследовать не только динамику живой массы, но и линейный рост организма как в целом, так и отдельных его частей, потому что рост животного не всегда сопровождается прибавлением живой массы, а из-за неравномерного роста тканей, органов и частей

тела пропорции телосложения с возрастом меняются [11, 6].

Таблица 1

Живая масса гусей

Возраст	Живая масса, кг	
	гусаки	гусыни
Порода		
Линдовская		
9 недель	4,0-4,5	3,6-4,0
23 недели	6,7-7,8	6,0-7,2
53 недели	6,9-8,0	6,1-7,3
Wanxi		
9 недель	3,0-3,5	2,8-3,0
23 недели	5,8-6,5	5,0-6,0
53 недели	7,0-8,0	5,0-6,5

Материал и методы и исследований. Исследования проведены в Благоварском районе Республики Башкортостан на территории предприятия ООО «Башкирская птица». Для изучения роста и развития проведен сравнительный анализ экстерьерных особенностей у гусей линдовской породы, китайской породы Wanxi и гибридов, полученных в результате их скрещивания. При скрещивании в качестве материнской формы использовались гуси линдовской породы, а в качестве отцовской формы – гуси китайской породы Wanxi. В работе использовалась птица, возраст которой составлял 9 недель. Исследуемые породы находились в одинаковых условиях выращивания, соответствующих рекомендациям Института птицеводства.

Для сравнения и изучения экстерьерных особенностей у гусей исследуемых пород были сняты следующие промеры статей тела:

1. Длина клюва – расстояние от основания клюва до его конца.
2. Длина туловища с шеей – расстояние от первого шейного позвонка до корня хвоста.
3. Длина туловища без шеи – расстояние между последним шейным позвонком и концом копчика.
4. Обхват туловища – определяли лентой за крыльями через последний шейный позвонок и передний конец киля.
5. Длина киля – расстояние между передними и задними его концами.
6. Длина голени – расстояние от нижнего конца берцовой кости до угла, образуемого голенью и плюсной.
7. Длина плюсны – расстояние от точки соединения голени и плюсны до начала ступни.

Для снятия всех промеров была использована мерная лента.

Биометрическую обработку данных проводили методами вариационной статистики по общепринятым методикам с помощью Microsoft Excel.

Результаты исследований. В таблице 2 представлены результаты промеров у гусей линдовской породы, китайской породы Wanxi, а так же гибридов, полученных от скрещивания данных пород.

Таблица 2

Промеры статей тела самцов и самок исследуемых пород, см

Показатель	Порода					
	линдовская		Wanxi		гибриды	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Длина клюва	8,0±0,1	7,8±0,1	6,9±0,12	7,4±0,16	7,6±0,09	7,5±0,14
Длина туловища с шеей	75,1±0,1	63,6±0,17	71,0±0,27	61,2±0,23	72,0±0,1	65,4±0,25
Длина туловища без шеи	47,4±0,22	36,2±0,33	48,9±0,12	45,5±0,23	50,2±0,24**	46,8±0,22**
Обхват груди	51,5±0,22	56,3±0,34	54,3±0,46	57,1±0,27	68,5±0,22**	66,5±0,24**
Длина киля	28,5±0,25	24,4±0,27	28,6±0,1	24,8±0,12	30,3±0,25	26,4±0,23
Длина голени	15,5±0,23	15,2±0,24	16,5±0,25	15,9±0,18	18,1±0,15	15,8±0,18
Длина плюсны	12,9±0,16	7,4±0,21	6,5±0,19	11,5±0,24	13,1±0,18	10,1±0,15

Примечание. Различия с контролем достоверны: * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001.

По основным промерам, снятым у исследуемой птицы, характеризующим мясные качества и крепость телосложения (обхват туловища, длина голени, длина кия), можно сказать, что гибридная птица превосходит исходные формы как мужских особей, так и женских. По полученным показателям видно, что прослеживается эффект гетерозиса, что говорит о правильности выбранных исходных форм для скрещивания. Промеры позволяют сравнивать развитие отдельных частей тела, однако не могут полностью характеризовать пропорции телосложения. Для более точной оценки мясных качеств птицы по взятым промерам были вычислены индексы телосложения (табл. 3). Индексы вычисляются путем соотношения одного промера к анатомически связанному с ним другому промеру, и выражаются в процентах. В ходе работы были вычислены такие индексы как длинноноготь, массивность, эйрисомия и укороченность нижней части туловища.

Таблица 3

Порода		Индекс телосложения, %			
		длинноноготь	массивности	эйрисомии	укороченность нижней части туловища
Линдовская	♂	32,7	12,6	107,8	60,1
	♀	41,9	13,8	155,5	67,4
Wanxi	♂	32,8	11,9	108,2	56,9
	♀	33,9	10,7	122	52,9
Гибриды	♂	37	12,3	140,1	61,9
	♀	34,7	10,9	146,2	58

Гибриды по индексам телосложения несколько уступают материнским формам, однако превосходят отцовские, что говорит о преобладании полученных гибридов над китайской породой Wanxi по массивности телосложения и мясным характеристикам. Так, индекс массивности говорит о компактности телосложения гусей, индекс длинноноготь характеризует высоту туловища и мясные качества, индекс эйрисомии говорит о развитии передней части туловища, а укороченность нижней части туловища характеризует мясные качества птицы.

Не смотря на то, что генетические ресурсы мира животных находятся под постоянной угрозой исчезновения из-за бессистемного скрещивания и отсутствия четкого плана в селекционной работе, а также искусственного и естественного отбора, катаклизмов природного и социального действия и рыночной экономики [12, 13], современное птицеводство в задаче по повышению продуктивности с большим успехом может использовать такое средство как гибридизация, основанная на эффекте гетерозиса. Гибридизация позволяет значительно улучшить продуктивные показатели птицы и качество производимой продукции, используя при этом генетический потенциал исходных пород. В связи с этим на предприятиях промышленного типа и фермерских хозяйствах необходимо уделять особое внимание межпородному скрещиванию гусей [14, 15].

Генетическое разнообразие животных дает возможность выбирать и создавать новые породы с учетом изменений окружающей среды, заболеваний, кормовой базы, социальных потребностей и рыночных условий [16, 17]. Высокой эффективности производства продуктов гусеводства можно добиться, учитывая все породные особенности птицы и различные зоотехнические показатели следует использовать не только чистопородных гусей, но и гибридов, полученных путем скрещивания наиболее перспективных и выдающихся пород. Одним из основных эффективных приемов повышения продуктивности птицы является гибридизация, основанная на эффекте гетерозиса. Такой метод позволяет значительно улучшить производительность птицы и достаточно быстро повысить ее мясные качества, благодаря использованию исходных пород [18, 19, 20].

Заключение. Межпородное скрещивание оказывает заметное влияние на экстерьерные изменения, что определяет рост и развитие организма гусей. По индексам телосложения можно судить о развитии мясных качеств и пригодности выращивания полученных гибридов на мясо. Так, значения основных промеров, характеризующих мясные качества и крепость телосложения (обхват туловища, длина голени, длина кия), составляют, соответственно: ♂68,5 ♀66,5; ♂18,1 ♀15,8; ♂30,3 ♀26,4 см, что превосходит отцовские формы на 17-20%. Проведенные исследования говорят о целесообразности скрещивания гусей линдовской породы и китайской породы Wanxi для улучшения мясных качеств гусей.

Список источников

1. Гришина Д. С., Жаркова И. П. Сравнительная оценка гусей генофондного стада по экстерьеру // *Владимирский земледелец*. 2020. № 3 (93). С. 64–68.
2. Гадиев Р. Р., Фаррахов А. Р., Цой В. Г., Ковацкий Н. С. *Гусеводство России : практическое руководство*. Уфа, 2016.
3. Галина Ч. Р. Продуктивные показатели гусей различных генотипов // *Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания*. 2012. № 9–1. С. 137–140.
4. Фаррахов А., Гадиев Р., Гарифуллин Р. Продуктивность гусей различных пород и помесей // *Птицеводство*. 2006. № 8. С. 2.
5. Пат. 2762364 С2. Российская Федерация. МПК А01К 29/00. Способ проведения промеров сельскохозяйственного животного / Чучкалов С. В., Кудосов А. Г. № 2019101375 ; заявл. 17.01.2019 ; опубл. 20.12.2021. Бюл. 35. 11 с.
6. Ройтер Я. С., Соловьев В. Ю., Макулин А. А. Селекционно-племенная работа с линдовской породой гусей // *Птицеводство*. 2012. № 10. С. 6–10.
7. Ройтер Я. С., Кутушев Р. Р. Оценка генетического потенциала продуктивности уральских серых гусей // *Птицеводство*. 2020. № 4. С. 10–14.
8. Фаррахов А. Р., Гадиев Р. Р., Галина Ч. Р. Инновационные методы в гусеводстве // *Птицеводство*. 2015. № 2. С. 14–19.
9. Жаркова И. П. Генофондное стадо пород гусей // *Эффективное животноводство*. 2020. № 8 (165). С. 108–109.
10. Бачкова Р. С. Будущее отечественной селекции // *Птицеводство*. 2013. № 12. С. 3–10.
11. Жаркова И. П., Гришина Д. С. Родственные группы редких пород гусей // *Птицеводство*. 2019. № 4. С. 20–25.
12. Гадиев Р. Р., Фаррахов А. Р., Юсупова Ч. Р. Технологии повышения эффективности производства гусеводческой продукции (опыт ООО «БАШКИРСКАЯ ПТИЦА») // *БИО*. 2020. № 12 (243). С. 6–10.
13. Юсупова Ч. Р., Гадиев Р. Р., Фаррахов А. Р., Хазиев Д. Д. Гусеводство в России сегодня и в перспективе // *БИО*. 2020. № 12 (243). С. 20–27.
14. Галина Ч. Р., Гадиев Р. Р., Косилов В. И. Результаты гибридизации в гусяном разведении // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 5 (73). С. 265–268.
15. Reuter Y. S., Solov'ev V. Yu., Mikulin A. A., Borisevich L. A. Breeding geese in the breeding plant «Vardarec» // *Poultry*. 2018. №3. P. 7–10.
16. Ежова О. Ю., Беляцкая Ю. Н. Продуктивные и биологические особенности гусей разных генотипов // *Эффективное животноводство*. 2019. № 1 (149). С. 77–79.
17. Фаррахов А. Р., Иванов Е. В., Валитов Ф. Р. Оценка репродуктивных качеств китайских гусей ванси // *Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии сельского хозяйства : сб. тр. Уфа : Башкирский ГАУ, 2019. С. 150–154.*
18. Ottenburg J., Van Hooft P., Van Viren, S. E. et al. Hybridization in geese: an overview. *Front Zool*. 2016. 13. 20. doi.org/10.1186/s12983-016-0153-1
19. Mayr E. Systematics in the origin of species: from the zoologist's point of View // *Columbia Biological*. 1942. Vol. 13. New York: Harvard University Press
20. Гадиев Р. Р., Галина Ч. Р. Межпородное скрещивание в гусеводстве // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова*. 2013. № 1 (30). С. 49-53.

References

1. Grishina, D. S. & Zharkova, I. P. (2020). Comparative assessment of geese of the gene pool herd by exterior. *Vladimirskij zemledec (Vladimir agriculturist)*, 3 (93), 64–68 (in Russ.).
2. Gadiev, R. R., Farrakhov, A. R., Tsoi, V. G. & Kovatsky, N. S. (2016). *Goose breeding of Russia*. Ufa (in Russ.).
3. Galina, Ch. R. (2012). Productive indicators of geese of various genotypes. *Intellektual'nyj potencial XXI veka: stupeni poznaniya (Intellectual potential of the XXI century: stages of cognition)*, 9–1, 137–140 (in Russ.).
4. Farrakhov, A., Gadiev, R. & Garifullin, R. (2006). Productivity of geese of various breeds and crossbreeds. *Pticevodstvo (Poultry)*, 8, 2 (in Russ.).
5. Chuchkalov, S. V. & Kudoshov, A. G. (2021). Method of carrying out measurements of a farm animal. *Patent 2762364 C2, Russian Federation, 2019101375* (in Russ.).
6. Reuter, Ya. S., Solovyov, V. Yu. & Makulin, A. A. (2012). Selection and breeding work with the Lindov geese. *Pticevodstvo (Poultry)*, 10, 6–10 (in Russ.).
7. Reuter, Ya. S. & Kutushev, R. R. (2020). Assessment of the genetic potential of Ural gray geese productivity. *Pticevodstvo (Poultry)*, 4, 10–14 (in Russ.).

8. Farrakhov, A. R., Gadiev, R. R. & Galina, Ch. R. (2015). Innovative methods in goose breeding. *Pticevodstvo (Poultry)*, 2, 14–19 (in Russ.).
9. Zharkova, I. P. (2020). Gene pool herd of goose breeds. *Effektivnoe zhivotnovodstvo (Efficient animal husbandry)*, 8 (165), 108–109 (in Russ.).
10. Bachkova, R. S. (2013). The future of domestic breeding. *Pticevodstvo (Poultry)*, 12, 3–10 (in Russ.).
11. Zharkova, I. P. & Grishina, D. S. (2019). Related groups of rare breeds of geese. *Pticevodstvo (Poultry)*, 4, 20–25 (in Russ.).
12. Gadiev, R. R., Farrakhov, A. R. & Yusupova, Ch. R. (2020). Technologies for improving the efficiency of production of goose products (experience of BASHKIR BIRD LLC). *BIO (BIO)*, 12 (243), 6–10 (in Russ.).
13. Yusupova, Ch. R., Gadiev, R. R., Farrakhov, A. R. & Haziev, D. D. (2020). Goose breeding in Russia today and in the future. *BIO (BIO)*, 12 (243), 20–27 (in Russ.).
14. Galina, Ch. R., Gadiev, R. R. & Kosilov, V. I. (2018). Results of hybridization in goose breeding. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 5 (73), 265–268 (in Russ.).
15. Reuter, Y. S., Solov'ev, V. Yu., Mikulin, A. A. & Borisevich, L. A. (2018). Breeding geese in the breeding plant «Vardarec». *Poultry*, 3, 7–10.
16. Yezhova, O. Yu. & Byalyatskaya, Yu. N. (2019). Productive and biological features of geese of different gene types. *Effektivnoe zhivotnovodstvo (Efficient animal husbandry)*, 1 (149), 77–79 (in Russ.).
17. Farrakhov, A. R., Ivanov, E. V. & Valitov, F. R. (2019). Assessment of reproductive qualities of Chinese wansi geese. Modern state, traditions and innovative technologies in the development of agriculture '19: *collection of scientific papers* (pp. 150–154). Ufa: Bashkir State Agrarian University (in Russ.).
18. Ottenburg, J., Van Hooff, P. & Van Viren, S. E. et al. (2016). *Hybridization in geese: an overview*. *Front Zool*, 13, 20. doi.org/10.1186/s12983-016-0153-1
19. Mayr, E. (1942). *Systematics in the origin of species: from the zoologist's point of View*. Columbia Biological, 13. New York: Harvard University Press.
20. Gadiev, R. R. & Galina, Ch. R. (2013). Interbreeding in goose breeding. *Vestnik Buriatskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii im. V. R. Filippova (Bulletin Buryat State Academy of Agriculture named after V. R. Philippov)*, 1 (30), 49–53 (in Russ.).

Информация об авторах:

С. В. Копылова – аспирант;
 А. Ф. Хабиров – кандидат биологических наук, доцент;
 Р. Р. Гадиев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 А. Р. Фаррахов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

S. V. Kopylova – postgraduate student;
 A. F. Khabirov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
 R. R. Gadiev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 A. R. Farrakhov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 2.03.2022; одобрена после рецензирования 28.04.2022; принята к публикации 18.06.2022.

The article was submitted 2.03.2022; approved after reviewing 28.04.2022; accepted for publication 18.06.2022.

Содержание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Фомин В. Н. (Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса), Козин А. М. (Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса), Мардиев И. И. (Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса), Хуснутдинов Р. Г. (Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса)</i> Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от биопрепаратов и стабилизатора рН воды в условиях Среднего Поволжья.....	3
--	---

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<i>Сыркин В. А., Машков С. В., Васильев С. И., Ишкин П. А.</i> Исследование процесса дозирования семян в установке магнитной стимуляции.....	14
<i>Зайцев В. Ю. (Пензенский государственный технический университет), Фудин К. П. (Пензенский государственный технический университет), Коновалов В. В. (Пензенский государственный технический университет), Донцова М. В. (Пензенский государственный технический университет), Петрова С. С. (Самарский государственный аграрный университет)</i> Моделирование движения частицы по лопастям горизонтального ротора.....	21

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Молостова А. Ю., Карамеев С. В., Карамеева А. С.</i> Влияние реципрокного скрещивания калмыцкой и мандолонгской пород на качество новорожденных телят первого поколения.....	33
<i>Петухова Е. И., Баймишев М. Х., Шарьмова Н. М.</i> Влияние кормовой добавки Оптиген на иммунологический статус высокопродуктивных коров.....	39
<i>Петровский С. В. (Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины), Большакова Е. И. (Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины), Матеша А. А. (Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины)</i> Фармакопрофилактика лекарственного гепатоза с использованием карнитинсодержащего препарата.....	46
<i>Копылова С. В. (Башкирский государственный аграрный университет), Хабиров А. Ф. (Башкирский государственный аграрный университет), Гадиев Р. Р. (Башкирский государственный аграрный университет), Фаррахов А. Р. (Башкирский государственный аграрный университет)</i> Влияние скрещивания гусей на экстерьерные особенности их гибридов.....	54

Contents

AGRICULTURE

<i>Fomin V. N. (Tatar Institute of Retraining of Agribusiness Personnel), Kozin A. M. (Tatar Institute of Retraining of Agribusiness Personnel), Mardiev I. I. (Tatar Institute of Retraining of Agribusiness Personnel), Husnutdinov, R. G. (Tatar Institute of Retraining of Agribusiness Personnel)</i> Photosynthetic activity of winter wheat crops de-pending on growth stimulants, microbiological fertilizers and biofungicide in the conditions of the Middle Volga region.....	3
--	---

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Syrkin V. A., Mashkov S. V., Vasiliev S. I., Ishkin P. A.</i> Investigation of the process of dosing seeds by installation of magnetic stimulation.....	14
<i>Zaitsev V. Yu. (Penza State Technical University), Fudin K. P. (Penza State Technical University), Konovalov V. V. (Penza State Technical University), Dontsova M. V. (Penza State Technical University), Petrova S. S. (Samara State Agrarian University)</i> Simulation of particle motion along the blades of a horizontal rotor.....	21

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Molostova, A. Yu., Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S.</i> Influence of reciprocal crossing of the kalmyk and mandolong breeds on the quality of newborn calves of the first generation.....	33
<i>Petukhova E. I., Baymishv M. H., Sharimova N. M.</i> Influence of feed additive optigen on the immunological status of highly productive cows.....	39
<i>Petrovsky S. V. (Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine), Bolshakova E. I. (Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine), Matesha A. A. (Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine)</i> Pharmacoprophylaxis of drug hepatitis with preparation containing carnitine.....	46
<i>Kopylova S. V. (Bashkir State Agrarian University), Khabirov A. F. (Bashkir State Agrarian University), Gadiev R. R. (Bashkir State Agrarian University), Farrakhov A. R. (Bashkir State Agrarian University)</i> The influence of geese crossing on the exterior features of hybrids.....	54

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, *заключение*.

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

В тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

Объем рукописи 7-10 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки (не более трех), таблицы должны иметь тематический заголовок, рисунки должны быть сгруппированы. Заголовок статьи не должен содержать более 70 знаков.

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

По окончании статьи необходимо указать, какой научной специальности и отрасли науки соответствуют представленные в ней научные результаты.

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

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

Поступившие в редакцию материалы проходят экспертную оценку. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Принятые к публикации или отклоненные редакцией рукописи авторам не возвращаются.

Образец оформления статьи

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья
УДК 633.152.47

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ 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 двухфакторной схеме в 4-кратной повторности. Изучено качество зерна ярового тритикале в зависимости от норм высева и обработки гербицидами (Магнум + Дикамерон Гранд). Посевной материал – яровой тритикале сорта Ульяна. Качество зерна зерновых культур оценивали рядом показателей, которые в совокупности характеризуют его физико-химические, пищевые и технологические свойства. Основные физические показатели качества зерна натура и стекловидность. Максимальными значениями натуры характеризовалось зерно, полученное в 2007 г. Натура зерна в условиях данного года варьировала от 715 до 716 г/л на вариантах без обработки и от 714 до 716 г/л – на вариантах с обработкой гербицидами. Во все годы исследований стекловидность зерна ярового тритикале в вариантах, обработанных гербицидом, была выше, относительно таковых, необработанных гербицидом. Содержание белка в зерне варьировало от 13,1 до 13,9% на вариантах, необработанных гербицидом, и от 13,7 до 14,7% – на вариантах, обработанных гербицидом. В среднем за 3 года величина валового сбора на вариантах без гербицидов

составляла 372,3-437,9 кг/га, а на вариантах с обработкой посевов гербицидами – 505,1-553,5 кг/га. Максимальный валовый сбор белка с гектара был получен в 2008 г. Самым низким валовым сбором белка характеризовался 2007 г. Установлено, что качество зерна ярового тритикале зависело от нормы высева и обработки посевов гербицидами.

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

AGRICULTURE

Original article

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

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

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

¹ngsha-kancel-1@bk.ru ✉, <http://orcid.org/0000-...>

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

Информация об авторах

А. А. Куконкова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
М. Б. Терехов – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors

A. A. Kukonkova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
M. B. Terekhov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

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

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

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).