

ISSN 2949-3552



ИжГСХА

№ 2 (70) 2022

ВЕСТНИК

Ижевской государственной
сельскохозяйственной академии



Адрес редакции, издательства
и типографии:
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11,
кабинет 514.
E-mail: rio.isa@list.ru

Подписной индекс в объединенном
каталоге «Пресса России» 40567



Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63611 от 02.11.2015.

Журнал включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ),
реферативную базу данных AGRIS.

Ответственность за содержание статей
несут авторы публикаций.

Редактор С. В. Полтанова
Верстка А. А. Волкова
Перевод Л. А. Новикова

Подписано в печать 27.06.2022 г.
Дата выхода в свет 30.06.2022 г.
Формат 60×84/8. Тираж 500 экз.
Заказ № 8462. Цена свободная.

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022

ISSN 1817-5457 (Print)
ISSN 2949-3552 (Online)
DOI 10/48012/1817-5457

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

доктор технических наук, доцент *А. А. Брацихин*

Научный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *С. И. Коконов*

Члены редакционного совета:

А. М. Ленточкин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Т. Ю. Бортник – доктор сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Т. А. Бабайцева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

И. Н. Щенникова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
член-корреспондент РАН ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»

С. Н. Пономарев – доктор сельскохозяйственных наук
ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН

Б. Б. Максимов – доктор PhD, Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария

Т. Ф. Персикова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белорусская ГСХА

Н. И. Филиппова – кандидат сельскохозяйственных наук
ТОО НПЦЗХ им. А. И. Бараева

А. И. Любимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

С. Л. Воробьева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

С. Д. Батанов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

О. В. Горелик – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

С. В. Карамаяев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

Л. М. Колбина – доктор сельскохозяйственных наук, доцент УдмФИЦ УрО РАН

Ю. Г. Крысенко – доктор ветеринарных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

В. А. Ермолаев – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

И. Г. Конопельцев – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Уральский ГЛТУ

К. М. Габдрахимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

И. Л. Бухарина – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

Д. А. Тихомиров – доктор технических наук, член-корреспондент РАН
ГГНБУ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Ф. Ф. Мухамадьяров – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

П. В. Дородов – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

А. Г. Левишин – доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева

С. И. Юран – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Н. П. Кондратьева – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

И. В. Юдаев – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Е. В. Харанжевский – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

К. К. Тулегенов – доктор PhD, Западно-Казахстанский
аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

Л. А. Садыкова – кандидат технических наук,
ассоциированный профессор Западно-Казахстанского
инновационно-технологического университета (ЗКИТУ), Казахстан

Address of publisher, editorial office,
printing house:
426069, Izhevsk, Studencheskaya St., 11,
cabinet 514.
E-mail: rio.isa@list.ru

The subscription index in the integrated
catalogue "Press of Russia" is 40567



Registration certificate PI
№ FS77-63611 dated 02.11.2015.
was issued by Federal Service
in the Sphere of Telecom, Information
Technologies and Mass Communications
(Roskomnadzor).

The journal is included in the database of
the Russian science citation index
and in the international scientific
information database AGRIS

The authors of publications
are responsible for the content of articles.

Editor S. V. Poltanova
Layout A. A. Volkova
Translation L. A. Novikova

Signed for printing 27 June 2022.
Publication – 30 June 2022.
Format 60×84/8. Printing 500 iss.
Order № 8462. Free price.

© Izhevsk State Agricultural Academy,
2022

ISSN 1817-5457 (Print)
ISSN 2949-3552 (Online)
DOI 10/48012/1817-5457

EDITORIAL BOARD

Editor in chief

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor *A. A. Bratsikhin*

Science editor

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *S. I. Kokonov*

Members of Editorial Board:

A. M. Lentochkin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

T. Yu. Bortnik – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

T. A. Babaytseva – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

I. N. Shchennikova – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, FGBNU

"Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky"

S. N. Ponomarev – Doctor of Agricultural Sciences, TatSRIA FRC KazSC RAS

B. B. Maximov – Doctor PhD, Agrarian University of Plovdiv, Bulgaria

T. F. Persikova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Belarusian State Agricultural Academy

N. I. Filippova – Candidate of Agricultural Sciences

LLC SPCGF named after A. I. Baraev, Kazakhstan

A. I. Lubimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

S. L. Vorobyeva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

S. D. Batanov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

O. V. Gorelik – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ural State Agrarian University

S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Samara State Agricultural Academy

L. M. Kolbina – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, UdmFRC UrDRAS

Yu. G. Krysenko – Doctor of Veterinary Science, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

V. A. Ermolaev – Doctor of Veterinary Science, Professor,
Ulyanovsk State Agricultural Academy

I. G. Konopeltsev – Doctor of Veterinary Science, Professor,
Vyatka State Agrarian University

S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Forest Engineering University

K. M. Gabdrakhimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Bashkir State Agrarian University

I. L. Bukharina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Udmurt State University

D. A. Tikhomirov – Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences, Federal Scientific Agroengineering Center VIM

F. F. Mukhamadyarov – Doctor of Technical Sciences,
Professor, Vyatka State Agricultural Academy

P. V. Dorodov – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

A. G. Levshin – Doctor of Engineering Science, Professor,
Russian State Agrarian University named after K. A. Timiryazev

S. I. Yuran – Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy

N. P. Kondratyeva – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Izhevsk State Agricultural Academy

I. V. Yudaev – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Donskoy State Agrarian University

E. V. Kharanzhevsky – Doctor of Technical Sciences, Professor, Udmurt State University

K. K. Tulegenov – Doctor PhD, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical
University, Uralsk, Kazakhstan

L. A. Sadykova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of West Kazakhstan Innovation and Technology University, Kazakhstan

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

А. В. Вернер, С. И. Коконев Приемы повышения продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана	4
Е. В. Хардина, С. С. Вострикова, Р. А. Юферев Декоративные смеси специй в производстве полукопченых колбасных изделий	12
А. О. Прокудина, В. А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский, А. В. Горбунов, Т. В. Коноблей Зависимость пожизненной молочной продуктивности коров от линейной принадлежности	18
М. Р. Кудрин, Д. А. Темеев Выращивание голштинизированных ремонтных телок черно-пестрой породы по технологическим циклам в разрезе линейной принадлежности	25
Т. С. Самойлова, В. А. Чучунов, Е. П. Зинин, А. О. Серединцев, А. А. Зинина Преимущества пенополистирольных ульев над деревянными	33
В. М. Юдин, У. М. Тучкова, М. И. Васильева, И. М. Мануров, В. В. Хохлов Влияние инбридинга на показатели продуктивного долголетия коров	40

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

К. Г. Волков, А. Г. Ипатов Расчет долговечности тонкого функционального керамического покрытия с использованием программного комплекса ANSYS Mechanical	49
В. И. Ширококов, Л. Я. Новикова, М. А. Витвинова Исследование интенсивности виброколебаний	55
Р. И. Гаврилов, П. Л. Лекомцев, А. М. Ниязов, М. Л. Шавкунов Некоторые аспекты распространения электромагнитного поля в токопроводящих материалах индукционных нагревателей	63

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

A. V. Werner, S. I. Kokonov Methods for increasing the productivity of spring soft wheat in the conditions of Northern Kazakhstan	4
E. V. Khardina, S. S. Vostrikova, R. A. Yuferev Decorative spice mixtures in the production of semi-smoked sausages	12
A. O. Prokudina, V. A. Chuchunov, E. B. Radzievsky, A. V. Gorbunov, T. V. Konobley Dependence of lifetime milk productivity of cows on their lines	18
M. R. Kudrin, D. A. Temeev Breeding of holsteinized black-and-white replacement heifers according to technological cycles in the context of linear distinctive features	25
T. S. Samoylova, V. A. Chuchunov, E. P. Zinin, A. O. Seredintsev, A. A. Zinina Advantages of styrofoam bee hives over wooden ones	33
V. M. Yudin, U. M. Tuchkova, M. I. Vasilyeva, I. M. Manurov, V. V. Khokhlov The effect of inbreeding on indicators of productive longevity of cows	40

TECHNICAL SCIENCES

K. G. Volkov, A. G. Ipatov Calculation of durability of a thin functional ceramic coating using the ANSYS Mechanical software package	49
V. I. Shirobokov, L. Ya. Novikova, M. A. Vitvinova Investigation of the intensity of vibrating oscillations	55
R. I. Gavrilov, P. L. Lekomtsev, A. M. Niyazov, M. L. Shavkunov Some aspects of electromagnetic field propagation in conductive materials of induction heaters	63

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Вернер Артур Валериевич¹, Коконов Сергей Иванович²✉

¹ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», пос. Шортанды-1, Казахстан

²ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, Ижевск, Россия

²nir@izhgsha.ru

Аннотация. Использование пластичных, адаптированных сортов яровой пшеницы сглаживает влияние погодных факторов на растения, и отчасти этому способствуют правильно подобранные сроки высева. Целью исследований является разработка приемов повышения урожайности яровой мягкой пшеницы за счет внедрения сортов раннеспелой группы созревания в агропромышленный комплекс Северного Казахстана. Исследования проведены в 2015–2017 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана, в Шортандинском районе Акмолинской области, на полевом стационаре ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» на южных карбонатных черноземах тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Дана сравнительная оценка раннеспелым сортам яровой мягкой пшеницы Астана и Шортандинская 2012 и четырем срокам посева (5 мая, 15 мая, 25 мая, 4 июня) сорта яровой мягкой пшеницы Шортандинская 2012 по результатам проведенных исследований установили, что урожайность сорта Шортандинская 2012 на 26 % выше, чем у сорта-стандарта Астана. В годы с повышенным температурным фоном и низким количеством выпавших осадков разница в урожайности увеличивается до 47 %. Для совершенствования сортовой агротехники пшеницы Шортандинская 2012 в местных условиях были изучены сроки посева. Максимальная продуктивность (урожайность – 21,0 ц/га, сырая клейковина – 28,6 %) товарного зерна формируется при посеве 25 мая. Для получения семенного материала с высокими качественными показателями наиболее эффективным будет посев 15 мая, когда качественные показатели увеличиваются, однако урожайность снижается.

Ключевые слова: яровая пшеница; сорт; сроки посева; урожайность; качество зерна.

Для цитирования: Вернер А. В., Коконов С. И. Приемы повышения продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 4-11. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_4.

Актуальность. В последние годы наблюдается высокий рост сельскохозяйственного производства по сравнению с остальными секторами экономики. Однако динамика развития агропромышленного комплекса в современном мире не является довольно стабильной и не сопровождается устойчивым развитием факторов производства. Если на рост и развитие растениеводческой продукции в большей степени влияют факторы внешней среды, то при реализации полученной продукции большую роль играет политическая обстановка в мире и в обществе. Так, в текущей ситуации, в силу политической конфронтации, введенное эмбарго на ввоз продуктов из ряда стран и девальвация валюты, а также высокий уровень инфляции, приведший к снижению доходов и покупательской способности общества, в значительной мере влияют на уровень развития аграрного сектора. На сегодняшний день уже

стало понятно, что модель развития агропромышленного сектора на основе трансфера заграничных технологий и использования импортного посевного материала не оправдывает себя. И в данной ситуации необходима новая стратегия социально-экономического развития сельскохозяйственного производства, основанная не на замене одного зарубежного «поставщика» другим, а на создании своей собственной концепции производства с сильной финансово-кредитной политикой агропромышленного комплекса [7].

В современных условиях, когда научно-технический прогресс обеспечивает сферу сельского хозяйства внедрением новых технологий и машин, человек в меньшей степени зависит от природы. Однако, насколько бы ни был неумолимым аграрий в своих амбициях в покорении природы, переступить ее законы он не может [11].

Изменение климата – это долгосрочная проблема, но в то же время требующая срочных действий. Каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли по сравнению с любым предыдущим десятилетием, начиная с 1850 г. Общее увеличение среднего показателя за период 2003–2012 гг. по сравнению с 1850–1900 гг. составляет 0,78 °C [5].

В условиях континентального климата Казахстана, где засушливые годы чередуются с острозасушливыми и умеренно влажными или влажными, валовые сборы зерна в годы засух снижаются в 2–4 раза по сравнению с благоприятными [9].

При сохранении наметившихся тенденций, существенно изменяются агроклиматические условия возделывания сельскохозяйственных культур. В этих условиях вопросы засухоустойчивости отдельных видов и сортов сельскохозяйственных растений приобретают первостепенное значение [3, 8].

Основным фактором получения высоких и стабильных урожаев при возделывании сельскохозяйственных культур является сорт. С него все начинается, поэтому к сорту предъявляют высокие требования. Основные требования – это, конечно же, высокое качество, экологическая безопасность и высокая урожайность. Самое главное – сорт должен быть адаптирован к условиям возделывания, то есть районированным для того или иного региона. Адаптация сорта проявляется в наличии ряда признаков, показывающих его ценность в определенных условиях, сбалансированных между собой. Экологическая стабильность, как одна из особенностей, также должна присутствовать в агроценозах возделывания сорта. Основные требования, предъявляемые к сорту, – это пластичность при его выращивании в определенных почвенно-климатических условиях с возможностью получения оправданного урожая. Сорт обязательно должен быть скороспелым, особенно в условиях короткого безморозного периода. За время вегетации он должен опередить в развитии сорняки и успеть сформировать урожай. В последние годы, когда население планеты растет, большое внимание уделяется интенсификации, при которой происходит увеличение продуктивности культуры в процессе возделывания, поэтому сорт должен быть интенсивным. Проблема, которая доставляет немало хлопот аграриям и которую нельзя обойти стороной, – это болезни и вредители.

Устойчивость к различным видам грибных и листостебельных болезней, наряду с защитой растений от вредителей и возможностью продолжения ростовых процессов после их нападения, также предъявляется к современным сортам. И, конечно, сорт должен быть конкурентоспособным в борьбе с сорняками. Проведение рекомендуемых агротехнических мероприятий перед посевом, а также гербицидная обработка в период вегетации способствуют снижению уровня засоренности на полях на определенное время, но сорт отчасти сам должен выдерживать конкуренцию с другими растениями в агроценозах возделывания.

Считается, что сорт – наиболее значимый показатель, влияющий на урожай при возделывании сельскохозяйственных культур, который ко всему прочему является и самым доступным. Согласно мировому опыту, сорту принадлежит до половины прироста урожая, при этом в менее благоприятных условиях возделывания данный показатель для хорошо адаптированных сортов может достигать 60 % [2].

Успех при возделывании сельскохозяйственных культур всегда зависит от правильности выбранного сорта при возделывании его в определенных агроклиматических условиях. Для получения высококачественной продукции необходимо возделывать сильные сорта, которые в совокупности с правильно подобранными агротехническими приемами способствуют формированию зерна с высокими физическими показателями. При правильном выборе сорта и большом их разнообразии можно получить даже на бедных почвах урожай высокого качества [6, 12, 13]. О высоком значении сорта в увеличении продуктивности культуры говорится в работах разных авторов, где они также сообщают о необходимости дифференцированного подбора сортов с учетом биологических особенностей и отзывчивости на элементы агротехники [10].

При возделывании яровой пшеницы с одинаковыми условиями агротехники и уровнем минерального питания в почве, каждый сорт по-разному реагирует на факторы окружающей среды (свет, осадки, температура) [1, 14]. В связи с этим внедрение перспективных сортов, адаптированных к погодным и почвенно-климатическим условиям, является актуальной задачей сельскохозяйственного производства.

Целью исследований является разработка приемов повышения урожайности яровой мягкой пшеницы за счет внедрения сортов раннеспелой группы созревания в агропромышленный комплекс Северного Казахстана.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены в 2015–2017 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана, в Шортандинском районе Акмолинской области, на полевом стационаре ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» на южных карбонатных черноземах тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

Схема опыта № 1 включала два раннеспелых сорта яровой мягкой пшеницы Астана и Шортандинская 2012. Полевой опыт поведен в четырехкратной повторности, учетная площадь делянки 100 м².

Схема опыта № 2 включала четыре срока посева (5 мая, 15 мая, 25 мая, 4 июня). Полевой опыт поведен в четырехкратной повторности, учетная площадь делянки 100 м². Высевали сорт яровой мягкой пшеницы Шортандинская 2012.

Учет урожайности зерна выполнен по деляночно с пересчетом к 100 % чистоте по ГОСТ 30483-97 и 14 % влажности по ГОСТ 13586.5-2015. Определение количественных и качественных показателей зерна проводилось по ГОСТ Р 52554. Обработка экспериментальных данных выполнена с помощью методов статистического анализа по алгоритмам, предложенным Б. А. Доспеховым [4].

Метеорологические условия проведения исследований. Природно-климатические условия района исследований характеризуются резкой континентальностью, с большой амплитудой колебания температуры воздуха, продолжительной и малоснежной зимой, относительно низкой влажностью воздуха и небольшим количеством атмосферных осадков. Сочетание высоких температур с активной ветровой деятельностью и быстро наступающей сухостью в первой половине лета ставит развитие растений в большую зависимость от запа-

сов влаги в почве, накопленной до посева. Тем не менее ведение хозяйства с учетом особенностей зоны позволяет возделывать широкий набор полевых культур.

За три года исследования, как температурный фон, так и количество выпавших атмосферных осадков были мало сходными со среднемноголетними данными (табл. 1, рис. 1). В таблице 1 представлены данные среднесуточной температуры за сельскохозяйственные годы (2015–2017 гг.).

Вегетационный период 2015 г. характеризовался как влажный и теплый. Значительное количество осадков выпало в начале второй декады мая – конце второй декады июня. Количество осадков в этот период превысило среднегодовую норму на 89,3 мм. Третья декада июня, напротив, была крайне засушливой, с полным отсутствием осадков и среднесуточной температурой выше среднемноголетней нормы на 4,6 °С. В период июль-август количество осадков было ниже нормы на 22 мм при среднесуточной температуре в июле 19,6 °С и в августе 16,8 °С.

Вегетационный период 2016 г. характеризовался как умеренно влажный, с недостатком тепла. Среднесуточная температура воздуха только в мае (на 0,2 °С) и августе (на 1,6 °С) была выше нормы. В июне и июле – меньше среднемноголетних значений на 2,2 °С. Сумма осадков за май была ниже среднемноголетней нормы на 18,1 мм, но в июне и июле была выше среднемноголетних значений на 5,4 мм и 73,3 мм соответственно. В августе осадков выпало в пределах среднемноголетних значений – 35,8 мм. В целом сельскохозяйственный год превышал многолетние показатели, как по количеству атмосферных осадков, так и по температурному режиму.

Таблица 1 – Среднесуточная температура, °С

Месяц	2014–2015 гг.	2015–2016 гг.	2016–2017 гг.	Среднемноголетнее
Сентябрь	9,3	11,3	11,5	11,2
Октябрь	2,7	3,1	0,4	2,7
Ноябрь	-7,4	-8,4	-12,1	-7,5
Декабрь	-12,4	-6,9	-13,4	-14,1
Январь	-14,7	-18,8	-13,4	-17,0
Февраль	-9,5	-7,8	-13,8	-16,6
Март	-6,9	-1,6	-5,2	-10,6
Апрель	4,5	7,2	4,3	3,2
Май	14,0	12,6	14,0	12,4
Июнь	21,7	16,0	19,5	18,2
Июль	19,6	17,9	18,3	20,1
Август	16,8	18,9	20,1	17,3
Сентябрь-Август	3,1	3,6	2,5	1,8

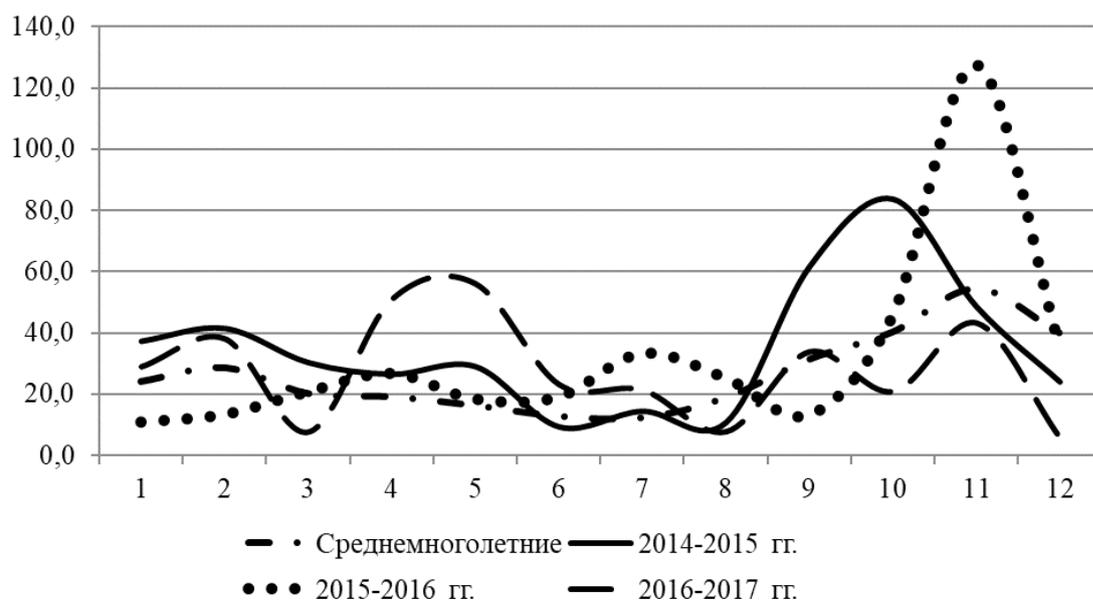


Рисунок 1 – Атмосферные осадки, мм

Вегетационный период 2017 г. характеризовался повышенной теплообеспеченностью и дефицитом осадков. За период с мая по июль осадков выпало всего 97,8 мм при среднемноголетних данных 126,1 мм. При недостатке атмосферных осадков среднесуточная температура мая составила 14,0 °С, что выше среднемноголетних данных на 1,6 °С, в июне она превысила норму на 1,3 °С, в июле была ниже среднемноголетних показателей (18,3 °С). В целом сельскохозяйственный год превышал многолетние показатели как по количеству атмосферных осадков, так и по температурному режиму.

Результаты исследования. Исследования по изучению продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в раннеспелой группе созревания представлены в таблице 2. Урожайность, полученная в среднем за три года проведенных экспериментов, показывает прибавку сорта пшеницы Шортандинская 2012 над сортом-стандартом (среди раннеспелой группы в регионе проведения исследований) Астана в 0,44 ц/га.

В 2016 и 2017 гг. получена достоверная прибавка в урожае на сорте Шортандинская 2012. Это показывает, что данный сорт рациональнее использует запасы продуктивной влаги в почве и эффективнее переносит длительное отсутствие атмосферных осадков, что свойственно климатическим условиям Северного Казахстана, чем сорт-стандарт. Главная особенность местных сортов – это пластичность. В 40 % лет максимум осадков выпадает на июль, что мы и наблюдали в 2016 и 2017 гг.,

и лишь в 20 % – максимум осадков выпадает на июнь, а остальные 40 % – на невыраженный максимум осадков. В метеорологических условиях 2015 г. растения не испытывали высокой потребности в продуктивной влаге в «критические» фазы онтогенеза (период от выхода в трубку до начала колошения), что сказалось на высокой урожайности пшеницы и отсутствии значительных различий между сортами.

Таблица 2 – Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы, ц/га

Вариант, сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Астана (к)	23,1	13,3	13,3	16,6
Шортандинская 2012	24,8	19,6	18,5	21,0
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	1,9	0,8	–

Содержание сырой клейковины в среднем за годы исследований на сорте Астана составило 26,6 %, тогда как на сорте Шортандинская 2012 данный показатель был равен 28,6 %.

Параллельно изучению сортов яровой мягкой пшеницы был заложен полевой опыт по определению оптимальных сроков посева сорта Шортандинская 2012. Самая высокая урожайность в среднем за годы исследований была получена при посеве 25 мая (табл. 3). Данная тенденция обосновывается тем, что все местные сорта ориентированы на летние осадки, а не на ранние посевы с максимальным использованием продуктивной влаги в почве

на период посева, которые более продуктивны в европейской части СНГ. Помимо ориентации на осадки, ранние посевы уступают поздним срокам и по причинам большой вероятности возвращения заморозков. Данная особенность региона сохраняется до конца первой декады июня. Однако выпадение осадков в период вегетации культуры очень нестабильно. Основываясь на многолетних данных, коэффициент вариации составил 68 %. Во все годы проведения исследований были свои особенности, которые повлияли на зависимость урожайности от сроков посева.

Благоприятные почвенно-климатические условия в 2015 г. позволили сформировать максимальную урожайность на поздних посевах. Вегетационный период составил 90 дней на поздних сроках и 104 дня на более ранних.

В 2016 г. в период посева с 5 по 25 мая урожайность не имела значительных различий, тогда как посев 4 июня был малоурожайным ввиду выпавших осадков во второй половине августа, что привело к появлению подгона, удлинению вегетационного периода до 109 дней, затруднению уборки и в итоге к большим потерям. В целом период от всходов до полного созревания колебался в пределах 94–104 дней.

Самым засушливым из исследуемых периодов был 2017 г. Если при посеве с 5 по 15 мая урожайность была невысокой, то в период с 25 мая по 4 июня получены стабильные 1,80 т/га. За счет засухоустойчивости и пластичности сорта в условиях отсутствия осадков и высоких температур период фенологических фаз развития пшеницы сокращался, а вегетация растений при раннем сроке находилась в пределах 91 дня, а при позднем – 87 дней.

Еще одним важным моментом для подбора оптимального срока посева является контроль над температурным режимом почвы в посевном слое, который влияет на полноту и дружность всходов, что в дальнейшем благоприятно сказывается на формировании урожайности (рис. 2).

Наблюдения показывают, что температура увеличивалась от ранних сроков к поздним посевам, что влияло на длительность периода от посева до всходов. Так, при посеве с 5 по 15 мая этот период в среднем длился от 13 до 15 дней, при посеве с 15 по 25 мая – 9–12 дней, и с 25 по 4 июня период посев-всходы сокращался до 8 дней. Однако полевая всхожесть при этом была в пределах 70 % независимо от срока сева.

Таблица 3 – Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Шортандинская 2012 в зависимости от срока посева, ц/га

Вариант, срок посева	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
5 мая	16,1	18,1	13,4	15,9
15 мая	19,8	18,2	15,7	17,9
25 мая	24,8	19,6	18,5	21,0
4 июня	27,1	14,3	18,2	19,9
НСР ₀₅	2,9	2,8	1,8	–

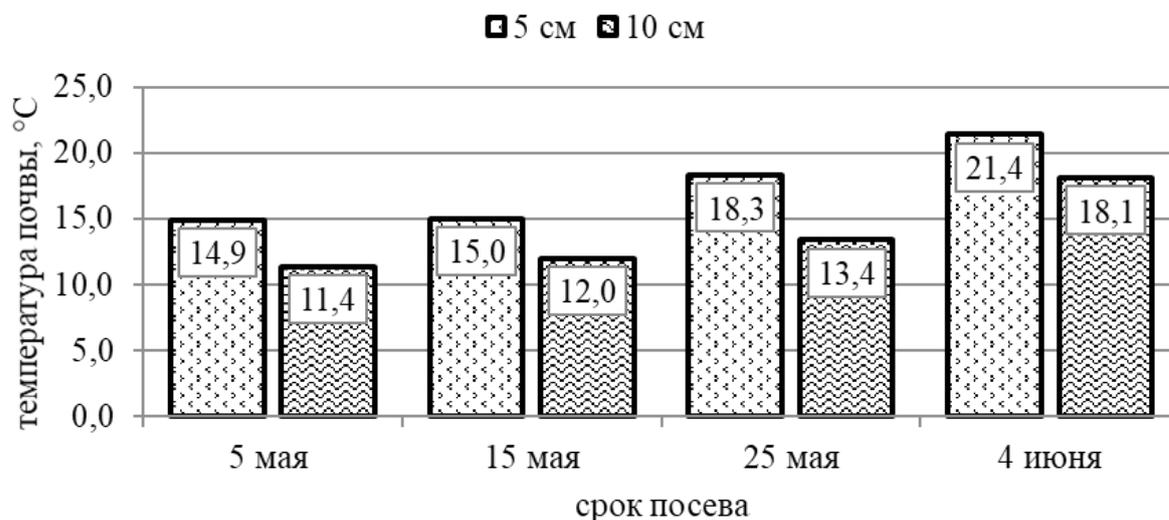


Рисунок 2 – Температура почвы в зависимости от срока посева и глубины слоя почвы (2015–2017 гг.), °C

Во все годы проведения исследований наблюдалась высокая степень поражения полосатой хлебной блошкой в ранние сроки, которая приводила к дополнительным затратам на инсектициды и удорожанию получаемой продукции в целом. При пороге вредоносности 30–40 жуков на 1 м², на первых сроках насчитывалось от 38 блошек и выше.

При получении продукции растениеводства важно не только ее количество, но и качество. При производстве товарного зерна процент содержания клейковины должен соответствовать требованиям ГОСТов. Для получения зерна пшеницы с высокими качественными показателями, как показывают наблюдения, нужен высокий температурный фон в период созревания. Особую роль играет длина вегетационного периода.

Информация, представленная на рисунке 3, показывает зависимость содержания сырой клейковины в зерне от срока посева.

тивным будет срок посева 25 мая. При возделывании зерна на семенные цели, где требования к качественным показателям выше, более эффективными будут посевы 15 мая.

Выводы. По результатам проведенных исследований в период с 2015–2017 гг. можно сделать заключение, что в засушливых, резко континентальных условиях на южных карбонатных черноземах Северного Казахстана урожайность сорта Шортандинская 2012 на 26 % выше, чем у сорта-стандарта Астана. В годы с повышенным температурным фоном и низким количеством выпавших осадков разница в урожайности увеличивается до 47 %. Для совершенствования сортовой агротехники пшеницы Шортандинская 2012 в местных условиях были изучены сроки посева. Максимальная продуктивность (урожайность – 21,0 ц/га, сырая клейковина – 28,6 % в среднем за 2015–2017 гг.) товарного зерна формируется при посеве 25 мая.

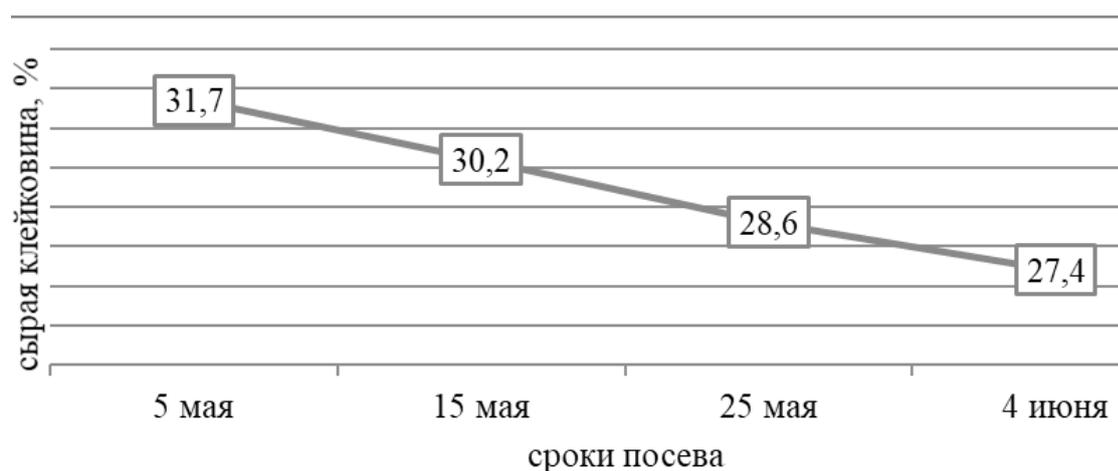


Рисунок 3 – Содержание сырой клейковины в зерне яровой мягкой пшеницы в зависимости от срока посева (сорт Шортандинская 2012), %

Самое высокое качество пшеницы отмечается при ранних сроках посева и постепенно снижается к более поздним срокам. Отмеченная тенденция происходит ввиду сокращения вегетации на поздних посевах. При удлинении периода роста и развития растение формирует большее количество белка и клейковины в зерновке, так же как и сорта среднеспелых и позднеспелых групп превосходят раннеспелые сорта по качественным показателям.

При выборе оптимальных сроков посева изначально необходимо учитывать, для каких целей будет выращиваться зерно. Для возделывания пшеницы раннеспелого сорта Шортандинская 2012 на товарные цели в условиях Северного Казахстана максимально продук-

Для получения семенного материала с высокими качественными показателями наиболее эффективным будет посев 15 мая, когда качественные показатели увеличиваются, однако урожайность снижается.

Список источников

1. Адаптивные сорта и агротехнологии яровой мягкой пшеницы для Сибири и Казахстана / Н. А. Поползухина, П. В. Поползухин, А. А. Гайдар [и др.] // Вестник Омского ГАУ. 2020. № 3 (39). С. 34–43.
2. Волынкина О. В. Потенциал сорта и его реализация // Научное наследие почетного академика Т. С. Мальцева и претворение его в практику земледелия. Курган: Зауралье, 2001. С. 96–98.
3. Гончаренко А. А. Об экологической пластичности и стабильности урожайности сортов зерновых

культур // Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 13–15 июля 2005 г. Орел, 2005. С. 46–56.

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд. перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

5. Изменение климата, 2013 г.: Физическая научная основа. Вып. 5. Общая часть / сост.: Т. Ф. Стоккер [и др.]; под общ. ред. Т. Ф. Стоккер. Кембридж: Кембридж Университи Пресс, 2013. 204 с.

6. Ленточкин А. М. Урожайность яровой пшеницы Иргина и ее слагаемые // Зерновое хозяйство. 2003. № 3. С. 10–11.

7. Литвинов С. С., Постоева М. Н., Шатилов М. В. Современное овощеводство и задачи науки // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур: сборник научных трудов по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвященной VII Квасниковским чтениям. Рязань: ГУП РО «Рязанская областная типография», 2016. 344 с.

8. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–74.

9. Кененбаев С. Б., Бастаубаева Ш. О. Приоритетные направления исследований в области растениеводства и земледелия в связи с изменением климата // Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию НПП зернового хозяйства им. А. И. Бараева (Всесоюзный, затем Казахский НИИ зернового хозяйства им. А. И. Бараева), 9–10 августа 2016 г., Шортанды: в 2 т. / отв. за выпуск к. с.-х. наук Ж. А. Каскарбаев. Шортанды, 2016. Т. 1. С. 46–53.

10. Продуктивность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в Северном Зауралье / Р. И. Белкина, Т. С. Ахтариева, Д. И. Кучеров [и др.]. Тюмень, 2017. 185 с.

11. Сергеев А. А., Сергеев А. А. Современные философские проблемы экологии, биологических и сельскохозяйственных наук. Курс лекций: учебное пособие. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. 236 с.

12. Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанов И. М., Майоров И. И. Основные технологические компоненты выращивания и уборки зерна яровой пшеницы в условиях предкамской зоны Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2015. № 3 (29). С. 148–151.

13. Шпаар Д., Эллмер Ф., Постникова А. Зерновые культуры. Минск: Аинформ, 2000. 421 с.

14. Яковлева О. Д. Внедрение новых, пластичных сортов как инновационный фактор экономии в условиях изменения климата // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21. № 6 (92). С. 116–121.

References

1. Adaptivnye sorta i agrotekhnologii yarovoj myagkoj pshenicy dlya Sibiri i Kazahstana / N. A. Popolzuhina, P. V. Popolzhin, A. A. Gajdar [i dr.] // Vestnik Omskogo GAU. 2020. № 3 (39). S. 34–43.

2. Volynkina O. V. Potencial sorta i ego realizaciya // Nauchnoe nasledie pochetnogo akademika T. S. Mal'ceva i pretvorenie ego v praktiku zemledeliya. Kurgan: Zaural'e, 2001. S. 96–98.

3. Goncharenko A. A. Ob ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti urozhajnosti sortov zernovyh kul'tur // Puti povysheniya ustojchivosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v sovremennyh usloviyah: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 13–15 iyulya 2005 g. Orel, 2005. S. 46–56.

4. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta. 5-e izd. pererab. i dop. Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s.

5. Izmenenie klimata, 2013 g.: Fizicheskaya nauchnaya osnova. Vyp. 5. Obshchaya chast' / sost.: T. F. Stokker [i dr.]; pod obshch. red. T. F. Stokker. Kembridzh: Kembridzh Yuniversiti Press, 2013. 204 s.

6. Lentochkin A. M. Urozhajnost' yarovoj pshenicy Irgina i ee sлагаemye // Zernovoe hozyajstvo. 2003. № 3. S. 10–11.

7. Litvinov S. S., Postoeva M. N., SHatilov M. V. Sovremennoe ovoshchevodstvo i zadachi nauki // Selekcija, semenovodstvo i sortovaya agrotekhnika ovoshchnyh, bahchevyh i cvetochnyh kul'tur: sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj VII Kvasnikovskim chteniyam. Ryazan': GUP RO «Ryazanskaya oblastnaya tipografiya», 2016. 344 s.

8. Nettevich E. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoj pshenicy na stabil'nost' urozhajnosti i kachestvo zerna // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1985. № 1. S. 66–74.

9. Kenenbaev S. B., Bastaubaeva SH. O. Prioritetye napravleniya issledovaniy v oblasti rastenievodstva i zemledeliya v svyazi s izmeneniem klimata // Zemledelie i selekcija sel'skohozyajstvennyh rastenij na sovremennom etape: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 60-letiyu NPC zernovogo hozyajstva im. A. I. Baraeva (Vsesoyuznyj, zatem Kazahskij NII zernovogo hozyajstva im. A. I. Baraeva), 9–10 avgusta 2016 g., Shortandy: v 2 t. / отв. za vypusk k. s.-h. nauk Zh. A. Kaskarbaev. Shortandy, 2016. T. 1. S. 46–53.

10. Produktivnost' i kachestvo zerna yarovoj myagkoj pshenicy v Severnom Zaural'e / R. I. Belkina, T. S. Ahtarieva, D. I. Kucherov [i dr.]. Tyumen', 2017. 185 s.

11. Sergeev A. A., Sergeev A. A. Sovremennye filosofskie problemy ekologii, biologicheskikh i sel'skohozyajstvennyh nauk. Kurs lekcij: uchebnoe posobie. Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2011. 236 s.

12. Shajhutdinov F. Sh., Serzhanov I. M., Majorov I. I. Osnovnye tekhnologicheskie komponenty vyrash-

chivaniya i uborki zerna yarovoј pshenicy v usloviyah predkamskoј zony Respubliki Tatarstan // Vestnik Kazanskogo GAU. 2015. № 3 (29). S. 148–151.

13. Shpaar D., Ellmer F., Postnikova A. Zernovye kul'tury. Minsk: Ainform, 2000. 421 s.

14. Yakovleva O. D. Vnedrenie novyh, plastichnyh sortov kak innovacionnyj faktor ekonomii v usloviyah izmeneniya klimata // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoј akademii nauk. 2019. T. 21. № 6 (92). S. 116–121.

Сведения об авторах:

А. В. Вернер¹, аспирант;

С. И. Коконov^{2✉}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», ул. Бараева 15, пос. Шортанды-1, Акмолинская обл., Казахстан, С61А9Н0 (021601);

²ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Кирова 16, Ижевск, Россия, 426069

²nir@izhgsha.ru

Original article

METHODS FOR INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SPRING SOFT WHEAT IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Arthur V. Werner¹, Sergey I. Kokonov^{2✉}

¹A. I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming, Shortandy-1, Kazakhstan

²Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

²nir@izhgsha.ru

Abstract. *The use of flexible, adaptive varieties of spring wheat smoothes out the influence of weather factors on plants, and correctly selected sowing dates partly facilitate this process. The aim of the research is to develop methods for increasing the yield of spring soft wheat by introducing varieties of the early ripening group into the agro-industrial complex of Northern Kazakhstan. The studies were carried out in 2015-2017 in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan, in the Shortandinsky district of the Akmola region at the field plot of the Scientific and Production Center of Grain Crops named after A. I. Barayev on the southern carbonate chernozem soils of heavy loamy granulometric texture. A comparative assessment of the early ripe spring soft wheat varieties Astana and Shortandinskaya 2012 and four sowing dates (May 5, May 15, May 25, June 4) of the spring soft wheat variety Shortandinskaya 2012 is given. The results of the conducted research have determined that the yield of the Shortandinskaya 2012 variety is 26% higher than that of the Astana standard variety. In years with high temperatures and low rainfall, the difference in yield increases to 47%. To improve the varietal agricultural technology of Shortandinskaya 2012 wheat under local conditions, the sowing dates were studied. The maximum productivity (yield – 21.0 c/ha, raw gluten – 28.6%) of marketable grain is formed when sown on May 25. To obtain seed material with high quality indicators, sowing on May 15 will be the most effective, when the quality indicators increase, but the yield decreases.*

Key words: spring wheat; variety; sowing dates; yield; grain quality.

For citation: Werner A. V., Kokonov S. I. Methods for increasing the productivity of spring soft wheat in the conditions of Northern Kazakhstan. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022; 2 (70): 4-11 (in Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_4.

Authors:

A. V. Werner¹, PhD student;

S. I. Kokonov^{2✉}, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹A. I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming, 15 Baraeva St., Shortandy-1, Akmola region, Kazakhstan;

²Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426069

²nir@izhgsha.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 03.06.2022; одобрена после рецензирования 07.06.2022; принята к публикации 09.06.2022.

The article was submitted 03.06.2022; approved after reviewing 07.06.2022; accepted for publication 09.06.2022.

ДЕКОРАТИВНЫЕ СМЕСИ СПЕЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛУКОПЧЕНЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Хардина Екатерина Валерьевна¹✉, Вострикова Светлана Сергеевна²,
Юферев Роман Алексеевич³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, Ижевск, Россия

¹zif@izhgsha.ru

Аннотация. Для сохранения потребительского спроса в условиях жесткой конкуренции товаропроизводители прибегают к корректировке рецептур посредством дополнительных ингредиентов, таких как специи и пряности. В этой связи целью работы было изучение возможности использования декоративной смеси в технологии производства полукопченого колбасного изделия категории Б «Таллинская». В задачи исследований входило: разработать декоративную смесь на основе специй и сухих овощей; создать модельный образец колбасного изделия категории Б «Таллинская» с использованием декоративной смеси; определить органолептические и физико-химические характеристики готового изделия. В опыте было создано два модельных образца: контрольный и опытный. Контрольный образец вырабатывали согласно ГОСТ 31785-2012. В фарш опытного образца не вносили специи, а использовали декоративную смесь, которую наносили на поверхность изделия, адгезируя с помощью аспика (желатин). Средний балл по результатам дегустации у контрольного образца составил 4,4, у опытного образца – 4,9. Вкус контрольного образца был слегка острым, в меру соленый, с выраженным ароматом копчения, пряностей и чеснока. Вкус опытного образца был острым, в меру соленым, с выраженным ароматом копчения, специй и сухих овощей, входящих в состав декоративной смеси. Физико-химические показатели модельных образцов находились в стандартных пределах. Массовая доля влаги составила 41 % и 40 %, а массовая доля хлористого натрия – 2,9 % и 2,8 %. Проведенными исследованиями доказана целесообразность использования подобных технологических решений.

Ключевые слова: смесь специй; полукопченые колбасные изделия; органолептические свойства; массовая доля влаги; массовая доля хлористого натрия.

Для цитирования: Хардина Е. В., Вострикова С. С., Юферев Р. А. Декоративные смеси специй в производстве полукопченных колбасных изделий // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 12-17. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_12.

Актуальность. Колбасные изделия известны человечеству еще с XII века. Данный вид мясных продуктов представляет собой мелко рубленную мышечную ткань разных видов животных, перемешанную с солью, специями и пряностями, подвергнутую термической обработке до готовности. В момент зарождения мясной индустрии процесс изготовления колбасных изделий был сугубо кустарным, вне специальных видов оборудования и технологических приемов. Рецептуры колбасных изделий не были конкретными, и количество тех или иных ингредиентов варьировало в зависимости от вкусовых предпочтений изготовителей. На данном этапе развития мясной индустрии колбасные изделия подразумевали новый вкус и быстроту сервировки сытного обеда или ужина, новые возможности для длительного сохранения мяса, удобство для продажи и долгого хранения.

Безусловно, получить стандартный и безопасный продукт в данный период времени не представлялось возможным [7, 8].

С развитием научно-технического прогресса ужесточились требования к безопасности и качеству пищевых продуктов, особенно изготавливаемых на основе сырья животного происхождения [9, 10].

Современная мясная индустрия предлагает потребителю достаточно широкий ассортимент колбасных изделий: вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые, сыровяленые, паштеты, зельцы, студни. Каждая крупная группа колбас «пестрит» богатым ассортиментом наименований. Согласно статистике, в каждой второй корзине современного покупателя имеются колбасные изделия. Данный факт указывает на популярность колбасных изделий в покупательской среде [2, 3].

На сегодняшний день гастрономические вкусы потребителей склоняются к продуктам питания, изготовленным на основе безопасного, экологически чистого сырья. Кроме того, ряд потребителей отдают свои предпочтения мясным продуктам, созданным на основе крафтовых технологий, которые позволяют получить особо качественный продукт, учитывающий индивидуальные предпочтения покупателя. Крафтовые технологии представляют собой некую искусную работу, и это определение часто дают продуктам, изготовленным не на заводе, а в условиях малых предприятий, небольшими партиями, по индивидуальным рецептурам. Современные крафтовые мясные продукты изготавливаются в условиях сертифицированных производств согласно нормативной документации, однако требуют больших трудозатрат и времени [1, 4, 5].

Чтобы сохранить потребительский спрос в условиях жесткой конкуренции, современный производитель колбасных изделий вынужден регулярно совершенствовать ассортимент. С этой целью товаропроизводители прибегают к корректировке рецептур посредством дополнительных ингредиентов, таких как специи и пряности [6].

Одним из перспективных решений является использование декоративных смесей специй и овощей в колбасном производстве. Декоративные наборы, состоящие из смеси специй и сухих овощей, создают буйство красок, яркость вкуса и аромата. Декоративные смеси наносят на поверхность колбасных изделий, адгезируя их на аспике (желатин). Изделие приобретает особый эстетичный внешний вид, а разноцветные кусочки специй и овощей придают аппетитность продукту [9]. Данные технологические решения позволяют повышать эффективность и прибыльность бизнеса, а также привлекательность продукции для конечного потребителя.

В этой связи **целью работы** было изучение возможности использования декоративной смеси в технологии производства полукопченого колбасного изделия категории Б «Таллинская».

Задачи исследований:

- 1) изучить технологическую схему производства полукопченой колбасы «Таллинская»;
- 2) изучить рецептурный состав полукопченой колбасы «Таллинская», изготавливаемой согласно технологической инструкции к ГОСТ 31785-2012;
- 3) разработать декоративную смесь на основе специй и сухих овощей;

- 4) создать модельный образец колбасного изделия категории Б «Таллинская» с использованием декоративной смеси;

- 5) определить органолептические характеристики готового изделия;

- 6) определить физико-химические показатели готового изделия;

- 7) проанализировать полученные результаты исследований.

Материал и методика исследований.

Технологию производства полукопченой колбасы «Таллинская» и требования к качеству готовых изделий изучали по технологической инструкции к ГОСТ 31785-2012 «Колбасы полукопченые. Технические условия».

Состав декоративной смеси был следующим: перец черный дробленый, паприка красная хлопья, перец чили дробленый, тмин семя, лук сушеный дробленый, семя горчицы. Количество всех компонентов в смеси составило 10 г на 500 г несоленого сырья.

В опыте было создано два модельных образца: контрольный и опытный. Контрольный образец выработывали согласно рецептуре технологической инструкции к ГОСТ 31785-2012. Основной рецептурный состав опытного образца основывался на этой же инструкции, но в фарш не вносили специи, а использовали декоративную смесь, которую наносили на поверхность изделия, адгезируя с помощью аспика (желатин).

Гидратацию сухого желатина осуществляли в соотношении 1:3.

Набивку фарша модельных образцов производили в коллагеновую несъедобную оболочку.

Оценка качества модельных образцов полукопченой колбасы «Таллинская» выполнена в условиях лаборатории «Переработка продукции животноводства» ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Она производилась по органолептическим показателям, таким как внешний вид, вид на разрезе, цвет, запах, вкус, согласно методике, описанной в ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки». Оценивали также физико-химические показатели: массовую долю влаги и массовую долю хлористого натрия по методикам, описанным в ГОСТ 33319-2015 «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги», ГОСТ 9957-2015 «Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания хлористого натрия».

Результаты исследований. В состав рецептуры полукопченой колбасы «Таллинская» входят следующие виды основного сырья: говядина жилованная высшего сорта, свинина

жилованная нежирная, свинина жилованная полужирная, шпик боковой, соль поваренная, сахарный песок, перец черный молотый, чеснок. Все используемое сырье в опыте соответствовало требованиям, установленным ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (табл. 1).

Таблица 1 – Рецептúra полукопченой колбасы «Таллинская» категории Б

Наименование сырья, пряностей и материалов	Норма
Несоленое сырье, кг (на 100 кг)	
Говядина жилованная высшего сорта	30
Свинина жилованная нежирная	10
Свинина жилованная полужирная	35
Шпик боковой	25
Пряности и материалы, г (на 100 кг несоленого сырья)	
Соль поваренная	3
Сахарный песок	0,2
Перец черный молотый	0,15
Чеснок	0,2
Нитрит натрия	0,01
Оболочки	Искусственные оболочки диаметром 40–65 мм

Технологическая схема производства полукопченой колбасы «Таллинская» включает следующие операции:

1. Обработка сырья. Говяжье мясо освобождается от жил, соединительной ткани и жира и режется на куски весом до 1000 г. Свинина освобождается от хрящей и жилок. Грудинка и шпик нарезаются пластинками или кубиками с размерами, указанными в рецептурах.

2. Измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 2–6 мм, 8–12 мм.

3. Посол мяса. Посол осуществляется в фаршемешалке (ВК 125) 2–5 мин. При посоле вносят 0,25 кг сахара и 2,9 кг соли на 100 кг мяса, нитрит натрия в количестве 7,5 г на 100 кг сырья в виде раствора, концентрацией 2 %, созревание при температуре 2–4 °С до 24 ч.

4. Составление колбасного фарша. Обработке мяса на куттере 8–12 мин, температура фарша 8–12 °С. Также вносят специи и часть влаги.

5. Формование колбасных батонов. Процесс формования колбасных изделий включает: подготовку искусственной колбасной оболочки, шприцевание фарша в оболочку, клип-

сование колбасных батонов, их навешивание на палки и рамы.

6. Термическая обработка. Обжарка (температура 90 °С, 80 мин), варка паром при температуре 75–85 °С на протяжении 60 мин, охлаждение в течение 2–3 ч под душем температурой не выше 20 °С, копчение в течение 15–20 ч при температуре 35–50 °С, сушка в течение 1–2 сут при температуре 12 °С и относительной влажности воздуха 75–78 %.

7. Упаковывание, транспортирование и хранение. Для хранения упаковывают в чистые пластмассовые ящики, для транспортирования – в картонные гофрированные коробки.

Продукцию выпускают в реализацию, транспортируют и хранят с температурой в толще продукта от 0 до 6 °С.

Модельные образцы полукопченой колбасы «Таллинская» вырабатывались по традиционной рецептуре. В технологической схеме операция копчения не проводилась, с целью имитации процесса копчения в лабораторных условиях использовали пищевую добавку «Жидкий дым». Опытный образец после термической обработки был подвергнут кратковременному охлаждению. После охлаждения с поверхности образца была удалена коллагеновая оболочка. На поверхность изделия нанесли густой желатин и декоративную смесь специй и сухих овощей. После чего изделие было подвергнуто доохлаждению в холодильной камере при температуре 4 ± 2 °С. Через 24 ч была проведена дегустация изделий, оценка органолептических и физико-химических показателей на соответствие ГОСТ 31785-2012.

По результатам дегустационной оценки оба образца были оценены высоким баллом, однако опытный образец отличался более гармоничным и «богатым» вкусом. Средний балл по результатам дегустации у контрольного образца составил 4,4, у опытного образца – 4,9. Ряд дегустаторов высказали мнение о необходимости снижения количества дробленого перца чили, так как изделие приобрело слишком острый вкус.

Результаты анализа органолептических и физико-химических свойств модельных образцов полукопченой колбасы «Таллинская» представлены в таблице 2.

В ходе анализа органолептических показателей установлено, что модельные образцы полукопченой колбасы «Таллинская», выработанные в условиях лаборатории, в полной мере соответствовали предъявляемым требованиям (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2 – Результаты исследования органолептических и физико-химических свойств модельных образцов полукопченой колбасы «Таллинская» категории Б согласно ГОСТ 31785-2012

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя для колбас		
	норма	контрольный образец	опытный образец
Внешний вид	Батоны с чистой, сухой поверхностью, без пятен, слипов, повреждений оболочки, наплывов фарша	Соответствует	Соответствует, на поверхности имеется декоративная смесь специй и сухих овощей
Консистенция	Упругая	Соответствует	Соответствует
Цвет и вид на разрезе	От розового до темно-красного. Фарш равномерно перемешан, без серых пятен, пустот и содержит кусочки полужирной свинины размером от 8 до 12 мм и шпика от 3 до 4 мм	Розового цвета. Фарш равномерно перемешан, без серых пятен, пустот, содержит кусочки полужирной свинины размером 8–9 мм и шпика 4 мм	Розового цвета. Фарш равномерно перемешан, без серых пятен, пустот, содержит кусочки полужирной свинины размером 8–9 мм и шпика 4 мм
Запах и вкус	Свойственные данному виду продукта, без посторонних привкуса и запаха, вкус слегка острый, в меру соленый, с выраженным ароматом копчения, пряностей и чеснока	Соответствует	Соответствует
Форма, размер и вязка батонов	Прямые или слегка изогнутые батоны с одной перевязкой внизу батона	Прямые батоны	Прямые батоны
Массовая доля влаги, %, не более	45	41 ± 0,17	40 ± 0,37
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	3,1	2,9 ± 0,23	2,8 ± 0,19



Рисунок 1 – Контрольный и опытный образцы полукопченого колбасного изделия категории Б «Таллинская»: слева – контрольный, справа – опытный

Батоны контрольного и опытного образцов были с чистой и сухой поверхностью, изделия отличались упругой консистенцией. Опытный образец имел на поверхности плотно прилегающий слой декоративной смеси специй и сухих овощей. Фарш был розового цвета, равномерно перемешан, без серых пятен, пустот. Размер кусочков полужирной свинины составил 8–9 мм, а шпика – 4 мм. Шпик белого цвета, отсутствовали мажеобразная консистенция

и желтый оттенок, что указывает на хорошее качество исходного сырья. Вкус и запах свойственные данному виду продукта, без посторонних привкуса и запаха. Вкус контрольного образца был слегка острый, в меру соленый, с выраженным ароматом копчения, пряностей и чеснока. Вкус опытного образца был острый, в меру соленый, с выраженным ароматом копчения, специй и сухих овощей, входящих в состав декоративной смеси.

Физико-химические показатели модельных образцов полукопченой колбасы также находились в стандартных пределах. Массовая доля влаги оставила 41 % и 40 %, а массовая доля хлористого натрия – 2,9 % и 2,8 %.

Вывод. Результаты исследований по изучению возможности использования декоративной смеси специй и овощей в технологии производства полукопченой колбасы «Таллинская» доказывают целесообразность подобных технологических решений. Особенно это актуально для малых предприятий. Для уточнения сроков годности готового колбасного изделия, изготовленного с декоративной смесью специй и сухих овощей, необходимо провести дополнительные исследования по изучению влияния используемой декоративной смеси на микробиологический статус готового продукта в течение определенного времени его хранения.

Список источников

1. Березкина Г. Ю., Вострикова С. С., Мануров И. М. Производство экологически чистых продуктов в Удмуртской Республике // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 томах, 04–05 декабря 2019 г. Ижевск, 2020. Т. 2. С. 24–28.

2. Васильева М. И. Разработка технологии производства комбинированного колбасного хлеба // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой, 11–14 дек. 2018 г. Ижевск, 2019. С. 174–176.

3. Васильева М. И., Перевозчиков И. М. Научный подход к обогащению вареных колбасных изделий полиненасыщенными жирными кислотами // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 томах, 04–05 декабря 2019 г. Ижевск, 2020. Т. 2. С. 28–32.

4. Забуференный уксус для безопасности мясных охлажденных полуфабрикатов / Е. В. Хардина, О. А. Краснова, С. С. Вострикова [и др.] // Все о мясе. 2021. № 6. С. 32–35.

5. Краснова О. А., Васильева М. И. Научно-обоснованная разработка белковой композиции и ее использование в мясной промышленности // Инновации в науке, технике и технологиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 28–30 апр. 2014 г. Ижевск, 2014. С. 115–117.

6. Использование функционального компонента в производстве варено-копченой колбасы / Я. М. Узаков, Ш. Ы. Кененбай, О. Н. Кузнецова [и др.] // Мясная индустрия. 2021. № 4. С. 49–52.

7. Разработка технологии специализированного мясного продукта / Я. М. Узаков, О. Н. Кузнецова, Д. Сатбагамбетов [и др.] // Мясная индустрия. 2022. № 3. С. 42–45.

8. Хардина Е. В. Обзор требований нового межгосударственного стандарта на изделия колбасные полукопченые // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., в 3 томах, 12–15 февраля 2019 г. Ижевск, 2019. Т. 2. С. 196–199.

9. Biological value of semi-smoked sausages with cedar oil cake / G. Gurinovich, I. Patrakova, S. Seregin [et al.] // Foods and Raw Materials. 2020. Т. 8. № 1. P. 30–39.

10. Developing a risk assessment methodology for the production of semi-smoked sausages / M. Serikkyzy, G. Jumabekova, A. Zheldybayeva [et al.] // Journal of Culinary Science and Technology. 2022. without a number.

References

1. Berezkina G. Yu., Vostrikova S. S., Manurov I. M. Proizvodstvo ekologicheski chistyh produktov v Udmurtskoj Respublike // Integracionnye vzaimodejstviya molodyh uchenyh v razvitii agrarnoj nauki: materialy Nac. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, v 3 tomah, 04–05 dekabrya 2019 g. Izhevsk, 2020. Т. 2. S. 24–28.

2. Vasil'eva M. I. Razrabotka tekhnologii proizvodstva kombinirovannogo kolbasnogo hleba // Sovremennomu APK – effektivnye tekhnologii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 90-letiyu doktora s.-h. nauk, professora, zaslužennogo deyatelya nauki Rossijskoj Federacii, pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya Rossijskoj Federacii Valentiny Mihajlovny Makarovoij, 11–14 dek. 2018 g. Izhevsk, 2019. S. 174–176.

3. Vasil'eva M. I., Perevozchikov I. M. Nauchnyj podhod k obogashcheniyu varenyh kolbasnyh izdelij polinenasyshchennymi zhirnymi kislotami // Integracionnye vzaimodejstviya molodyh uchenyh v razvitii agrarnoj nauki: materialy Nac. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, v 3 tomah, 04–05 dekabrya 2019 g. Izhevsk, 2020. Т. 2. S. 28–32.

4. Zabuferennyj uksus dlya bezopasnosti myasnyh ohlazhdennyh polufabrikatov / E. V. Khardina, O. A. Krasnova, S. S. Vostrikova [i dr.] // Vse o myase. 2021. № 6. S. 32–35.

5. Krasnova O. A., Vasil'eva M. I. Nauchno-obosnovannaya razrabotka belkovoij kompozicii i ee ispol'zovanie v myasnoj industrii // Innovacii v nauke, tekhnike i tekhnologiyah: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 28–30 apr. 2014 g. Izhevsk, 2014. S. 115–117.

6. Ispol'zovanie funkcional'nogo komponenta v proizvodstve vareno-kopchenoj kolbasy / Ya. M. Uzakov, Sh. Y. Kenenbaj, O. N. Kuznecova [i dr.] // Myasnaya industriya. 2021. № 4. S. 49–52.

7. Razrabotka tekhnologii specializirovannogo myasnogo produkta / Ya. M. Uzakov, O. N. Kuznecova,

D. Satbagambetov [i dr.] // Myasnaya industriya. 2022. № 3. S. 42–45.

8. Khardina E. V. Obzor trebovanij novogo mezhgosudarstvennogo standarta na izdeliya kolbasnye polukopchenye // Agrarnaya nauka – sel'skokhozyajstvennomu proizvodstvu: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., v 3 tomakh, 12–15 fevralya 2019 g. Izhevsk, 2019. T. 2. S. 196–199.

9. Biological value of semi-smoked sausages with cedar oil cake / G. Gurinovich, I. Patrakova, S. Seregin [et al.] // Foods and Raw Materials. 2020. T. 8. № 1. P. 30–39.

10. Developing a risk assessment methodology for the production of semi-smoked sausages / M. Serikkyzy, G. Jumabekova, A. Zheldybayeva [et al.] // Journal of Culinary Science and Technology. 2022. without a number.

Сведения об авторах:

Е. В. Хардина^{1✉}, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С. С. Вострикова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Р. А. Юферев³, студент

^{1,2,3}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая 11, Ижевск, Россия, 426069

¹zif@izhgsha.ru

Original article

DECORATIVE SPICE MIXTURES IN THE PRODUCTION OF SEMI-SMOKED SAUSAGES

Ekaterina V. Khardina^{1✉}, Svetlana S. Vostrikova², Roman A. Yuferev³

^{1,2,3}Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

¹zif@izhgsha.ru

Abstract. In order to maintain consumer demand under the conditions of fierce competition, commodity producers resort to adjusting recipes by means of additional ingredients such as spices and condiments. In this regard, the aim of the research was to study the possibility of using a decorative mixture in the production technology of semi-smoked sausage products of category B "Tallinskaya". The research objectives included: to develop a decorative mixture based on spices and dried vegetables; to create a model sample of a sausage product of category B "Tallinskaya" with the decorative mixture; to determine the organoleptic, physical and chemical characteristics of the finished product. Two model samples were created in the experiment: a control sample and an experimental one. The control sample was produced according to GOST 31785-2012. Spices were not added to the minced meat of the prototype, but a decorative mixture was used, which was applied to the surface of the product, adhering with aspic (gelatin). The average score according to the results of the tasting in the control sample was 4.4, in the experimental sample 4.9. The taste of the control sample was slightly spicy, moderately salty, with a pronounced flavor of smoked meat, spices and garlic. The taste of the prototype was sharp, moderately salty, with a pronounced flavor of smoking, spices and dry vegetables that are part of the decorative mixture. The physical and chemical parameters of the model samples were within the standard limits. The mass fraction of moisture was 41 % and 40 %, and the mass fraction of sodium chloride – 2.9 % and 2.8 %. Thus, the conducted research has proved the feasibility of using such technological solutions.

Key words: a mixture of spices; semi-smoked sausages; organoleptic properties; mass fraction of moisture; mass fraction of sodium chloride.

For citation: Khardina E. V., Vostrikova S. S., Yuferev R. A. Decorative spice mixtures in the production of semi-smoked sausages. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022; 2 (70): 12-17 (in Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_12.

Authors:

E. V. Khardina^{1✉}, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

S. S. Vostrikova², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

R. A. Yuferev³, student

^{1,2,3}Izhevsk State Agricultural Academy, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

¹zif@izhgsha.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 11.05.2022; одобрена после рецензирования 20.05.2022; принята к публикации 01.06.2022.

The article was submitted 11.05.2022; approved after reviewing 20.05.2022; accepted for publication 01.06.2022.

Научная статья

УДК 636.2.034.082

DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_18

ЗАВИСИМОСТЬ ПОЖИЗНЕННОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ОТ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Прокудина Анастасия Олеговна¹, Чучунов Василий Александрович²✉,
Радзиевский Евгений Борисович³, Горбунов Александр Владимирович⁴,
Коноблей Татьяна Викторовна⁵

^{1,2,3,4,5}ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, Россия

²chuchunov.78@mail.ru

Аннотация. В ходе проведения селекционно-племенной работы, направленной на совершенствование молочного скота, встал вопрос об эффективном использовании животных. Наши исследования посвящены изучению влияния линейной принадлежности коров на уровень молочной продуктивности и продолжительность использования животных как средства производства продукции в молочном скотоводстве. Установлено, что лучшая наивысшая молочная продуктивность была у коров линии Забавного 1142 – 5975,8 кг. Разница между коровами других линий по показателю 305 дней лактации составила от 0,02 до 3,39 %. Удой же за законченную лактацию был выше у коров линии Хаксл 979317838 – 6464,3 кг, разница с коровами других линий равнялась от 75,3 до 80,1 кг. Коровы, полученные от быков линии Хаксл 979317838, наивысших удоев достигали к 6,12 лактации (у них же отмечалось самое высокое продуктивное долголетие). В то же время коровы, полученные от быков линий Забавный 1142 и Мергель 2122, достигали своей максимальной молочной продуктивности уже к 4,94 и 3,92 лактации соответственно. При интенсивных условиях производства молока продолжительность жизни была выше у коров, полученных от линии Хаксл 979317838, и составляла 11,3 года, притом, что наименьшее долголетие отмечалось у коров линии Мергель 2122. Величина продолжительности хозяйственного использования коров отразилась и на количестве полученной за жизнь продукции. Так, коровы линии Хаксл превосходили коров линий Забавного и Мергеля по показателю пожизненного удоя на 10 765,26 и 18 574,83 кг соответственно. От них же за жизнь было получено больше молочного жира – 1510,75 кг и молочного белка – 1219,46 кг, разница с коровами других линий составляла по жиру от 28,7 до 48,4 % и по белку – от 28,3 до 48,2 %.

Ключевые слова: линия; симментальский скот; молочная продуктивность; продуктивное долголетие.

Для цитирования: Зависимость пожизненной молочной продуктивности коров от линейной принадлежности / А. О. Прокудина, В. А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 18-24. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_18.

Актуальность. Основная цель, которая стоит перед агропромышленным комплексом страны, – это обеспечение потребностей населения в основных продуктах питания. Рациональное распределение производственных ресурсов, а также их использование является одним из основных аспектов производственного процесса. В целях реализации доктрины достижения продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо обеспечить население продуктами питания, в числе которых доля молочных продуктов и молока должна составлять не менее 90 %. Процессы интенсификации производства продукции скотоводства должны осуществляться на базе совершенствования и развития племенной работы. Племенная работа при этом должна быть направлена на создание и улучшение поголовья крупного

рогатого скота, от которого получают при минимальных затратах максимальное количество продукции [3]. В исследованиях ряда авторов отмечается, что в ходе совершенствования продуктивных и племенных качеств скота лежит использование семени быков-улучшателей, характеризующихся в сравнении с коровами на более высоким генетически обусловленным продуктивным потенциалом [5].

Симментальский скот является породой двойственной направленности продуктивности, ценится за высокие способности к адаптации в сложных природно-кормовых условиях, показывая сравнительно высокие продуктивные качества, что важно при бесперебойном производстве молока и говядины [1].

Проанализировав литературные источники, отмечаем, что ряд исследователей изучили свя-

зи продуктивных признаков с наследственностью [5]. Так, по данным Л. Д. Самусенко, эффективность формирования продуктивных качеств крупного рогатого скота зависит от подбора родительских пар [4]. Оценка племенной ценности быков основных линий симментальского скота по продуктивности дочерей дана в работе Е. И. Анисимовой [2]. Факторы, оказывающие влияние на молочную продуктивность коров, исследовались Е. И. Анисимовой, Е. Р. Гостевой, М. Б. Улимбашевым [7]. Пути совершенствования симментальского скота, как при чистопородном разведении, так и при скрещивании, представлены в работах вышеупомянутых авторов. Использование генетических маркеров при селекции на белкомолочность симментальского скота изучалось Р. В. Тамаровой, Н. Г. Ярлыковым, Ю. А. Корчагиной [6]. Использование гена, определяющего выработку пролактина при оценке изменчивости и молочной продуктивности коров, оценивалось I. V. Lazebnaya, O. E. Lazebny, S. R. Khatami [10]. Продуктивные и адаптационные возможности крупного рогатого скота разной генетической селекции рассмотрены I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, O. P. Shakhbazova, V. V. Gubareva, N. I. Mosolova, E. Yu. Zlobina, Yu. N. Fiodorov, A. S. Mokhov [9]. Анализ лактационных кривых молочных коров изучался S. Lopez, J. France, N. E. Odon-go, R. A. McBride, E. Kebreab, O. AlZahal, B. W. McBride, J. Dijkstra [11]. Использование различных статистических моделей для прогнозирования прямых геномных значений продуктивных и функциональных признаков у итальянских голштинов рассмотрено в работе M. A. Pintus, E. L. Nicolazzi, J. B. C. Van Kaam [12].

Цель и задачи исследования: изучение линейной принадлежности коров симментальской породы и их продуктивных качеств в условиях племенного предприятия с учетом продуктивного долголетия.

Для достижения поставленной цели нами были проведены исследования в условиях племенного предприятия ПЗК «Путь Ленина» Волгоградской области на коровах симментальской породы, где решались следующие **задачи**:

- 1) оценить хозяйственно-биологические особенности коров симментальской породы разной линейной принадлежности;
- 2) определить количественные и качественные показатели молочной продуктивности коров;
- 3) изучить морфофункциональные и технологические свойства вымени;
- 4) дать экономическую оценку эффективности использования коров разной линейной принадлежности.

Материалы и методы исследования. Для достижения поставленной нами цели на базе племенного репродуктора ПЗК «Путь Ленина» Волгоградской области провели исследования на животных симментальской породы. Схема исследований представлена на рисунке 1.

В ходе нашего опыта мы условно сформировали три группы коров разной линейной принадлежности возрастом третья лактация и старше (когда полностью развились все генетически заложенные признаки). При помощи программы племенного учета «Селэкс» оценивали в динамике показатели молочной продуктивности. Химический состав и свойства молока оценивали лабораторными методами. Морфофункциональные и технологические свойства вымени изучали на третьем месяце лактации, когда молочная железа наиболее развита. Развитие телок и живую массу коров – на основании контрольных взвешиваний. Экстерьерные особенности – при бонитировке скота на основании промеров и впоследствии рассчитывали индексы телосложения.

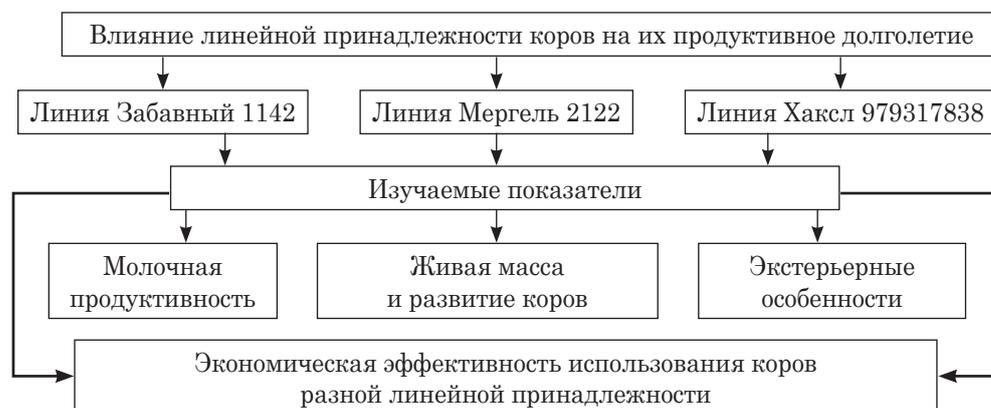


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Результаты исследования. Оценивая количественные показатели молочной продуктивности, наряду с качественными критериями как самыми важными составляющими продуктивности молочного скота, отмечали, что удои коров разной линейной принадлежности были на достаточно высоком уровне.

Наивысшая молочная продуктивность была у коров линии Забавного 1142, она равнялась 5975,8 кг, разница между коровами других линий по показателю 305 дней лактации составила от 0,02 до 3,39 %. Удой же за законченную лактацию был выше у коров линии Хаксл 979317838, достигнув 6464,3 кг, разница с коровами других линий составляла от 75,3 до 80,1 кг.

Лактационные кривые представлены на рисунке 2.

Изучая пожизненную продуктивность коров разной линейной принадлежности, мы отмечали, что при интенсивных условиях производства молока продолжительность жизни была выше у коров, полученных от линии Хаксл 979317838, и составляла 11,3 года, притом, что наименьшее долголетие отмечалось у коров линии Мергель 2122. Величина продолжительности хозяйственного использования коров отразилась и на количестве полученной за жизнь продукции. Так, коровы линии Хаксл превосходили коров линий Забавного и Мергеля по показателю пожизненного удоя на 10765,26 и 18574,83 кг соответственно. От них же за жизнь было получено больше килограммов молочного жира – 1510,75 и килограммов молочного белка – 1219,46, разница с коровами других линий составляла по жиру от 28,7 до 48,4 % и по белку – от 28,3 до 48,2 %.

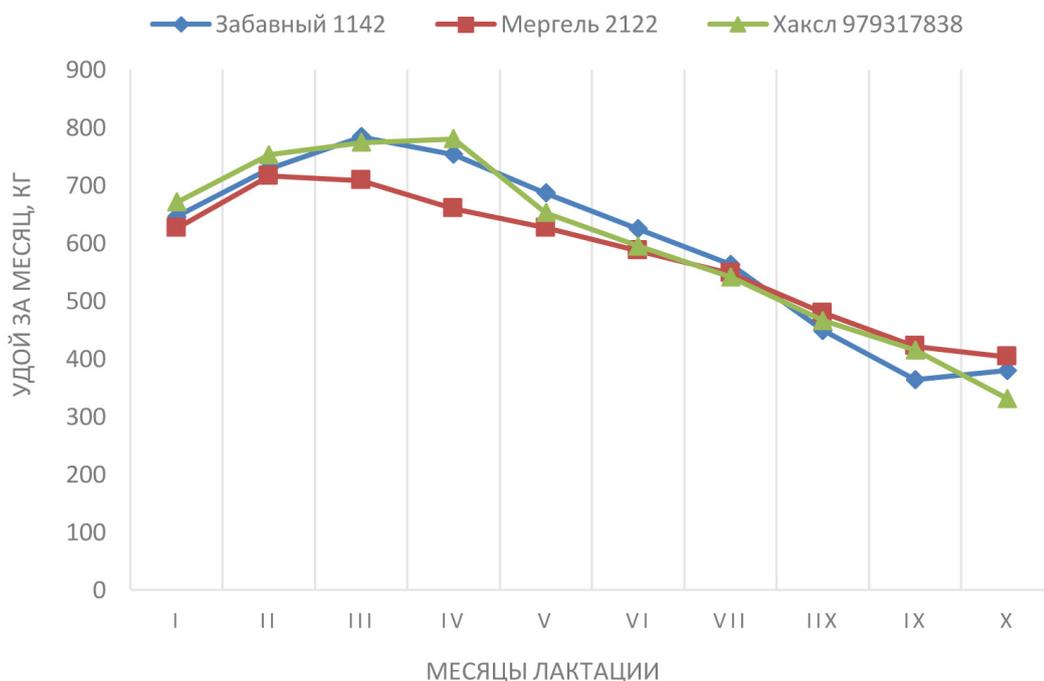


Рисунок 2 – Лактационные кривые коров разной линейной принадлежности

Оценивая лактационные кривые коров, отмечали, что для интенсивного производства молока наиболее предпочтительны коровы линий Забавный 1142 и Хаксл 979317838, так как у них отмечался сильный устойчивый тип лактационной деятельности в отличие от коров линии Мергель 2122.

Анализируя продуктивные качества коров и их приспособленность к интенсивным технологиям производства молока, необходимо учитывать их пожизненную продуктивность (табл. 1).

Была проведена оценка линейных промеров тела животного, результаты которой выражали через индексы телосложения, представленные в таблице 2.

Анализируя пропорциональность развития тела коров разной линейной принадлежности на выраженность типу направления продуктивности, отмечали, что индексы телосложения подопытных коров линий Забавного 1142 и Хаксл 979317838 в большей мере отвечали молочному типу направления продуктивности (табл. 3).

Таблица 1 – Пожизненная продуктивность коров, кг ($X \pm m_x$)

Показатель	Линии, используемые в хозяйстве		
	Забавный 1142, n = 24	Мергель 2122, n = 16	Хаксл 979317838, n = 25
Продолжительность жизни, лет	9,96 ± 0,17	7,77 ± 0,14	11,3 ± 0,25
Удой, кг	27666,38 ± 1952,38	19856,81 ± 1235,55	38431,64 ± 1847,13
Молочный жир, %	3,89 ± 0,01	3,92 ± 0,03	3,93 ± 0,01
Молочный жир пожизненный, кг	1076,77 ± 75,05	779,9 ± 48,56	1510,75 ± 75,64
Молочный белок, %	3,17 ± 0,01	3,18 ± 0,01	3,17 ± 0,01
Молочный белок пожизненный, кг	874,87 ± 52,79	631,23 ± 38,08	1219,46 ± 59,94

Таблица 2 – Индексы телосложения коров разных линий ($X \pm m_x$)

Показатель	Линии, используемые в хозяйстве		
	Забавный 1142	Мергель 2122	Хаксл 979317838
Длинноногости	47,83	48,20	49,29
Растянутости	129,71	128,78	128,57
Грудной	58,33	59,72	61,97
Сбитости	112,85	112,85	111,67
Костистости	15,22	15,11	15,00
Широтный	199,68	180,56	206,39

Таблица 3 – Рост и развитие коров разной линейной принадлежности, кг ($X \pm m_x$)

Показатель	Линии, используемые в хозяйстве		
	Забавный 1142	Мергель 2122	Хаксл 979317838
Жив. масса при рождении, кг	32,26 ± 0,08	32,47 ± 0,05	32,12 ± 0,15
Жив. масса в 6 мес., кг	159,24 ± 0,97	155,34 ± 0,84	155,05 ± 1,43
Жив. масса в 10 мес., кг	256,21 ± 1,60	259,44 ± 1,31	253,71 ± 2,58
Жив. масса в 12 мес., кг	313,72 ± 2,47	307,03 ± 1,77	308,95 ± 3,53
Жив. масса в 18 мес., кг	401,15 ± 0,9	402,11 ± 0,74	399,71 ± 2,51
Жив. масса при 1 осемен., кг	439,53 ± 1,76	421,92 ± 3,11	438,41 ± 2,49
Последнее взвешивание: живая масса, кг	633,00 ± 4,00	574,19 ± 3,40	660,46 ± 5,33

Данные таблицы роста и развития коров разной линейной принадлежности свидетельствуют, что при рождении телочки линии Мергель 2122 были на 0,65–1,08 % крупнее телочек других линий. К 6-месячному возрасту лучше развивались телочки линии Забавный 1142, живая масса которых достигала 159,24 кг, разница с другими телочками составляла от 3,9 до 4,19 кг, к 12-месячному возрасту эта разница составляла уже от 4,77 до 6,69 кг. А к моменту первого осеменения живая масса телочек равнялась 439,53 кг, превосходство над телочками, полученными от других линий, составило от 0,25 до 4,01 %. Самая высокая живая масса коров разной линейной принадлежности была у животных, полученных от быков линии Хаксл 979317838,

и составляла 660,46 кг, разница с коровами, полученными от других линий, была от 27,46 (линия Забавного 1142) до 86,27 (линия Мергеля 2122) – таблица 4.

Изучая воспроизводительные качества коров, отмечали, что межотельный период был несколько длиннее у коров линии Хаксл 979317838, который составил 397,56 дней, в то время как у коров других линейных принадлежностей он был короче на 14,24–15,99 дней. Также у коров этой линии было самое короткое время от отела до плодотворного осеменения, разница с коровами других линейных принадлежностей составляла 10,53–12,87 %. По показателю сухостойный период разница была незначительна и составляла до 1,7 % (табл. 5).

Таблица 4 – **Воспроизводительные качества коров разной линейной принадлежности, кг ($X \pm mx$)**

Месяц лактации	Линии, используемые в хозяйстве		
	Забавный 1142, n = 24	Мергель 2122, n = 16	Хаксл 979317838, n = 25
Межотельный период (последняя законченная лактация), дн.	383,32 ± 6,7	381,57 ± 6,57	397,56 ± 13,57
Сервис-период, дн.	111,89 ± 8,21	136,73 ± 15,95	106,21 ± 11,75
Сухостойный период (последняя законченная лактация), дн.	58,80 ± 0,22	57,82 ± 0,70	58,02 ± 1,56

Таблица 5 – **Экономическая эффективность производства молока в зависимости от линейной принадлежности коров за пожизненную продуктивность**

Показатель	Линии, используемые в хозяйстве		
	Забавный 1142, n = 24	Мергель 2122, n = 16	Хаксл 979317838, n = 25
Продолжительность жизни, лет	9,96	7,77	11,3
Пожизненная молочная продуктивность, кг	27666,38	19856,81	38431,64
Жирность молока, %	3,89	3,92	3,93
Получено молока в пересчете на базисную жирность (3,4 %), т	31,654	22,894	44,422
Себестоимость 1 кг молока, руб.	16,4	17,3	15,1
Цена реализации 1 кг молока, руб.	24	24	24
Прибыль 1 кг молока, руб.	7,6	6,7	8,9
Уровень рентабельности, %	46,34	38,73	58,94

Оценив экономическую эффективность производства молока коровами разной линейной принадлежности на протяжении всего продуктивного использования, отмечали, что коровы линии Хаксл 979317838 имели самый длительный период продуктивного использования, что и отражалось на их показателях. Так, по удою разница с коровами других линий составляла от 28,7 до 51,54 %. Это повлияло на себестоимость производства молока, прибыль и уровень рентабельности. Так, уровень рентабельности у коров линии Хаксл 979317838 был самым высоким и равнялся 58,94 %, при этом разница с коровами других линейных принадлежностей составляла от 12,6 до 20,21 %.

Выводы. Проведя комплексную оценку продуктивного долголетия коров симментальской породы, предлагаем для повышения уровня рентабельности производства молока в условиях ПЗК «Путь Ленина» использовать в качестве основной линии при осеменении коров семя быков линии Хаксл 979317838, в качестве замещающей – быков линии Забавный 1142, так как это позволяет увеличить рентабельность отрасли до 58,94 %.

Список источников

1. Анисимова Е. И., Гостева Е.Р., Улимбаев М. Б. Зависимость молочной продуктивности коров симментальской породы от различных факторов // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 3. С. 84–87.
2. Анисимова Е. И. Оценка быков-производителей основных линий симментальского скота по продуктивности дочерей // Аграрный вестник Урала. 2019. № 3. С. 22–27.
3. Племенная работа в животноводстве Ярославской области / М. М. Коренев [и др.]. Ярославль: ОАО «Ярославское» по племенной работе, 2015. 36 с.
4. Самусенко Л. Д. Формирование продуктивности крупного рогатого скота в зависимости от вариантов подбора // Биология в сельском хозяйстве. 2018. № 3. С. 10–12.
5. Создание и характеристика стада симменталов в зоне Южного Урала / В. В. Борисова, А. М. Белоусов, С. Н. Сомова [и др.] // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 2. С. 224–227.
6. Тамарова Р. В., Ярлыков Н. Г., Корчагина Ю. А. Селекционные методы повышения белково-молочности коров с использованием генетических маркеров: монография. Ярославль: ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2014. 124 с.

7. Улимбашев М. Б., Гостева Е. Р., Анисимова Е. И. Совершенствование симментальского скота при чистопородном разведении и скрещивании: рекомендации. Саратов, 2019. 34 с.

8. Чучунов В. А., Радзиевский Е. Б., Коноблей Т. В. Методика оценки будущей молочной продуктивности коров симментальской породы // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1 (37). С. 45–51.

9. Productivity and adaptation capability of Holstein cattle of different genetic selections / I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, O. P. Shakhbazova [et al.] // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2016. Vol. 40 (5). P. 527–533.

10. Lazebnaya I. V., Lazebny O. E., Khatami S. R. Use of the bovine prolactin gene (bPRL) for estimating genetic variation and milk production in aboriginal russian breeds of *Bostaurus L* // InTech. 2013. Chapter 3. P. 35–51.

11. On the analysis of Canadian Holstein dairy cow lactation curves using standard growth functions / S. Lopez, J. France, N. E. Odongo [et al.] // Original Research Article Journal of Dairy Science, Volume 98, Issue 4, April 2015, P. 2701–2712.

12. Pintus M. A., Nicolazzi E. L., Van Kaam J. B. C. Use of different statistical models to predict direct genomic values for productive and functional traits in Italian Holsteins // J. Anim. Breed. Genet. 2013. V. 130. P. 32–40

References

1. Anisimova E. I., Gosteva E.R., Ulimbashev M. B. Zavisimost' molochnoj produktivnosti korov simmental'skoj porody ot razlichnyh faktorov // Vestnik APK Stavropol'ya. 2016. № 3. S. 84–87.

2. Anisimova E. I. Ocenka bykov-proizvoditelej osnovnyh linij simmental'skogo skota po produktivnosti docherej // Agrarnyj vestnik Urala. 2019. № 3. S. 22–27.

3. Plemennaya rabota v zhivotnovodstve Yaroslavskoj oblasti / M. M. Korenev [i dr.]. YAroslavl': OAO «YAroslavskoe» po plemennoj rabote, 2015. 36 s.

4. Samusenko L. D. Formirovanie produktivnosti krupnogo rogatogo skota v zavisimosti ot variantov podbora // Biologiya v sel'skom hozyajstve. 2018. № 3. S. 10–12.

5. Sozdanie i harakteristika stada simmentalov v zone Yuzhnogo Urala / V. V. Borisova, A. M. Belousov,

S. N. Somova [i dr.] // Izvestiya Orenburgskogo GAU. 2018. № 2. S. 224–227.

6. Tamarova R. V., YArlykov N. G., Korchagina Yu. A. Selekcionnye metody povysheniya belkovomolochnosti korov s ispol'zovaniem geneticheskikh markerov: monografiya. YAroslavl': FGBOU VPO YAroslavskaya GSKHA, 2014. 124 s.

7. Ulimbashev M. B., Gosteva E. R., Anisimova E. I. Sovershenstvovanie simmental'skogo skota pri chistopородном razvedenii i skreshchivanii: rekomendacii. Saratov, 2019. 34 s.

8. Chuchunov V. A., Radzievskij E. B., Konoblej T. V. Metodika ocenki budushchej molochnoj produktivnosti korov simmental'skoj porody // Vestnik Kurganskoy GSKHA. 2021. № 1 (37). S. 45–51.

9. Productivity and adaptation capability of Holstein cattle of different genetic selections / I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, O. P. Shakhbazova [et al.] // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2016. Vol. 40 (5). P. 527–533.

10. Lazebnaya I. V., Lazebny O. E., Khatami S. R. Use of the bovine prolactin gene (bPRL) for estimating genetic variation and milk production in aboriginal russian breeds of *Bostaurus L* // InTech. 2013. Chapter 3. P. 35–51.

11. On the analysis of Canadian Holstein dairy cow lactation curves using standard growth functions / S. Lopez, J. France, N. E. Odongo [et al.] // Original Research Article Journal of Dairy Science, Volume 98, Issue 4, April 2015, P. 2701–2712.

12. Pintus M. A., Nicolazzi E. L., Van Kaam J. B. C. Use of different statistical models to predict direct genomic values for productive and functional traits in Italian Holsteins // J. Anim. Breed. Genet. 2013. V. 130. P. 32–40

13. Lazebnaya I. V., Lazebny O. E., Khatami S. R. Use of the bovine prolactin gene (bPRL) for estimating genetic variation and milk production in aboriginal russian breeds of *Bos taurus L* // InTech. 2013. Chapter 3. P. 35–51.

14. Productivity and adaptation capability of Holstein cattle of different genetic selections / I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, O. P. Shakhbazova [et al.] // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2016. Vol. 40 (5). P. 527–533.

Сведения об авторах:

А. О. Прокудина¹ – магистр;

В. А. Чучунов^{2✉} – кандидат биологических наук, доцент;

Е. Б. Радзиевский³ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А. В. Горбунов⁴ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Т. В. Коноблей⁵ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

^{1,2,3,4,5}ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, просп. Университетский 26, Волгоград, Россия, 400002

²chuchunov.78@mail.ru

Original article

DEPENDENCE OF LIFETIME MILK PRODUCTIVITY OF COWS ON THEIR LINES

Anastasia O. Prokudina¹, Vasily A. Chuchunov²✉, Evgeny B. Radzievsky³, Alexander V. Gorbunov⁴, Tatiana V. Konobley⁵

^{1,2,3,4,5}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

²chuchunov.78@mail.ru

Abstract. *The selection and breeding work aimed at improving dairy cattle has raised the issue of the effective use of animals. The research is devoted to the study of the influence of the linear distinctive features of cows on the level of milk productivity, and the usage duration of animals as a means of production in dairy cattle breeding. The studies established that the highest milk productivity was in the cows of Zabavniy 1142 line, which was 5975.8 kg. The difference between cows of other lines in terms of 305 days of lactation was from 0.02 to 3.39 %. The milk yield for the completed lactation was higher in the cows of Huxle 979317838 line, amounting to 6464.3 kg; the difference with the cows of other lines was from 75.3 to 80.1 kg. The cows bred from bulls of Huxle 979317838 line reached the highest milk yields by 6.12 lactation (they also had the highest productive longevity). At the same time the cows bred from bulls of Zabavniy 1142 and Mergel 2122 lines reached their maximum milk productivity by 4.94 and 3.92 lactation, respectively. Under intensive milk production conditions the life time was higher in the cows bred from Huxle 979317838 line and was 11.3 years, besides the lowest longevity was observed in the cows of Mergel 2122 line. The value of the duration of the economic use of cows was also reflected in the amount of products received during the life, so the cows of Huxle line exceeded the cows of Zabavniy and Mergel lines in terms of lifetime milk yield by 10765.26 and 18574.83 kg, respectively. They also produced more kilograms of milk fat during their life – 1510.75 and kilograms of milk protein – 1219.46, the difference with cows of other lines was from 28.7 to 48.4% in fat and from 28.3 to 48.2% in protein.*

Key words: *line; Simmental cattle; dairy productivity; productive longevity.*

For citation: Prokudina A. O., Chuchunov V. A., Radzievsky E. B., Gorbunov A. V., Konobley T. V. Dependence of lifetime milk productivity of cows on their lines. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022. 2 (70). 18-24 (in Russ.).* https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_18.

Authors:

A. O. Prokudina¹ – Master;

V. A. Chuchunov²✉ – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

E. B. Radzievsky³ – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

A. V. Gorbunov⁴ – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

T. V. Konobley⁵ – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

^{1,2,3,4,5}Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetsky avenue,
Volgograd, Russia, 400002

²chuchunov.78@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 23.05.2022; одобрена после рецензирования 07.06.2022;

принята к публикации 09.06.2022.

The article was submitted 11.05.2022; approved after reviewing 07.06.2022;

accepted for publication 09.06.2022.

Научная статья

УДК 636.2.083.37

DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_25

ВЫРАЩИВАНИЕ ГОЛШТИНИЗИРОВАННЫХ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛАМ В РАЗРЕЗЕ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Кудрин Михаил Романович¹✉, Темеев Дмитрий Аркадьевич²^{1,2}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, Ижевск, Россия¹kudrin_mr@mail.ru

Аннотация. Технология содержания и учет биологических особенностей в кормлении молодняка крупного рогатого скота во все периоды позволяет значительно повысить эффективность их темпов роста. Целью исследований явилось изучение живой массы ремонтных телок в различные технологические периоды выращивания и сравнение ее с минимальными требованиями по породам (черно-пестрая и голштинская). Исследования проведены в условиях производственной площадки СХПК «Удмуртия» Вавожского района Удмуртской Республики. Для проведения исследований были отобраны 687 ремонтных телок, принадлежащих к шести линиям: Рефлексин Соверинг 198998, Монтвик Чифтейн 95679, Силинг Трайджун Рокит 252803, Вис Бэк Айдиал 1013415, Пабст Говернер 882933, Говернер Оф. Корнейшн 629472. Результаты исследований показали, что живая масса ремонтных телок во все возрастные периоды выращивания превышала минимальные требования не только по черно-пестрой, но и по голштинской породе. Превышение по живой массе для черно-пестрой породы в возрасте 10 месяцев по линиям составило 20,1; 19,0; 19,0; 20,0; 20,0; 9,0 кг; в возрасте 12 месяцев – 30,25; 29,1; 28,1; 30,5; 29,9; 27,3 кг; в возрасте 18 месяцев – 62,2; 58,96; 61,02; 62,55; 51,74; 43,09 кг соответственно. Для голштинской породы в возрасте 10 месяцев – 10,10; 9,0; 9,0; 10,0; 10,0 кг; у Говернер Оф. Корнейшн 629472 – на 1,0 кг ниже; в возрасте 12 месяцев – выше на 20,25; 19,1; 18,1; 20,5; 19,9; 27,3 кг; в возрасте 18 месяцев – выше на 52,2; 48,96; 51,02; 52,55; 41,74; 33,09 кг соответственно. Таким образом, имеются все основания для перевода данных животных в голштинскую породу.

Ключевые слова: ремонтная телка; линия; период; живая масса; прирост абсолютный; прирост среднесуточный; затраты корма.

Для цитирования: Кудрин М. Р., Темеев Д. А. Выращивание голштинизированных ремонтных телок черно-пестрой породы по технологическим циклам в разрезе линейной принадлежности // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 25–33. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_25.

Актуальность. В современном мире технология производства продукции становится решающим фактором роста экономического потенциала всех отраслей животноводства, выгодным направлением и объектом приложения капитала и ресурсов, орудием конкурентной борьбы. Технология определяет уровень интенсивности и эффективности производства, его экологической безопасности, качества продукции, биологической и пищевой ценности продуктов питания [9]. Увеличение производства молока и его качества является одной из важнейших задач агропромышленного комплекса страны. Однако существующие технологические решения и имеющийся генофонд скота не обеспечивают значительного повышения производства продукции животноводства и оптимальных технико-экономических показателей, необходимых при выращи-

вании ремонтных телок [5]. В связи с этим присовершенствовании технологии выращивания ремонтных телок, получения молока, немаловажное значение имеет физиологическое состояние организма животного и его адаптация к новым условиям обитания, кормления и содержания [12–14]. Для получения высокопродуктивных животных необходимо внедрять новые технологии целенаправленного выращивания ремонтных телок, основанные на общих закономерностях индивидуального развития по периодам и фазам онтогенеза. Учет биологических особенностей в кормлении молодняка крупного рогатого скота во все периоды позволяет значительно повысить эффективность их темпов роста [1–4, 11].

Цель исследования: изучить живую массу ремонтных телок в различные технологические периоды выращивания и сравнить ее

с минимальными требованиями по породам (черно-пестрая и голштинская) в СХПК «Удмуртия» Вавожского района Удмуртской Республики

Задачи: изучить живую массу телят в возрасте: при рождении, 6, 10, 12, 18 месяцев; рассчитать абсолютный, среднесуточный приросты, затраты корма на 1 кг прироста.

Материал и методы. Исследования проведены в условиях производственной площадки СХПК «Удмуртия» Вавожского района Удмуртской Республики. Для проведения исследований нами были отобраны 687 ремонтных телок, принадлежащих к шести разным линиям: Рефлекшн Соверинг 198998 – 171 голова; Монтвик Чифтейн 95679 – 147 голов; Силинг Трайджун Рокит 252803 – 43 головы; Вис Бэк Айдиал 1013415 – 254 головы; Пабст Говернер 882933 – 57 голов; Говернер Оф. Корнейшн 629472 – 15 голов.

Живую массу ремонтных телок определяли на основании ежемесячных контрольных взвешиваний на электронных весах. Принадлежность к линии определяли на основании записей в программе «СЭЛЕКС», абсолютный прирост живой массы рассчитывали по формуле:

$$A = W_1 - W_0, \text{ кг,}$$

где A – абсолютный прирост живой массы;

W_0 – живая масса в начале учетного периода, кг;

W_1 – живая масса в конце учетного периода, кг.

Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле:

$$D = \frac{A}{t} \text{ г,}$$

где A – абсолютный прирост живой массы;

t – время в сутках.

Затраты корма на одну голову рассчитывали в молочный период по схеме кормления телят, а в остальные периоды – по рационам.

Затраты корма на 1 кг прироста рассчитывали делением затрат кормов за период на абсолютный прирост.

Результаты исследования. По состоянию на 01.01.2022 г. в хозяйстве СХПК «Удмуртия» Вавожского района Удмуртской Республики насчитывалось 7076 голов крупного рогатого скота, в том числе 2625 коров, или 37,3 % в структуре стада. Удой на одну корову по производственному отчету составил

в 2021 г. 9886 кг, с содержанием массовой доли жира в молоке 3,49 % и массовой доли белка – 3,24 %. Выход телят на 100 коров составил 81 теленок, что ниже по сравнению с соответствующим периодом прошлого года на 6 голов.

Нами была изучена живая масса ремонтных телок в различные технологические периоды выращивания и выполнена сравнительная оценка их живой массы на конец каждого технологического периода с минимальными требованиями по породам. Оценка проведена по черно-пестрой и голштинской породам, так как в данном хозяйстве по ним высокая степень кровности. В настоящее время решается вопрос о переводе черно-пестрой породы в голштинскую.

Динамика живой массы ремонтных телок по технологическим периодам выращивания в разрезе линейной принадлежности показала следующее.

За период выращивания от рождения до 18-месячного возраста на ремонтных телках, принадлежащих линии Рефлекшн Соверинг 198998, получено абсолютного прироста 418,84 кг, среднесуточный прирост был равен 775,7 г, за период выращивания затрачено 3000 ЭКЕ, затраты корма на 1 кг прироста составили 7,16.

Таким образом, живая масса ремонтных телок в 10-месячном возрасте в хозяйстве по линии Рефлекшн Соверинг 198998 составила 270,1 кг, что выше стандарта по черно-пестрой породе на 20,1 кг, по голштинской породе – на 10,1 кг; в возрасте 12 месяцев – 320,25 кг, или выше стандарта на 30,25 кг, по голштинской породе – на 20,25 кг; в возрасте 18 месяцев – на 62,6 и 52,6 кг соответственно. Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Рефлекшн Соверинг 198998, представлены в таблице 1.

За период выращивания от рождения до 18-месячного возраста на ремонтных телках, принадлежащих линии Монтвик Чифтейн 95679, получено абсолютного прироста 445,20 кг, среднесуточный прирост достигнут 824,4 г, за период выращивания затрачено 3000 ЭКЕ, затраты корма на 1 кг прироста составили 6,70. Следовательно, в хозяйстве живая масса ремонтных телок по линии Монтвик Чифтейн 95679 в 10-месячном возрасте составила 269,0 кг или выше стандарта по черно-пестрой породе на 19,0 кг, а по голштинской породе – на 9,0 кг; в возрасте 12 месяцев – 319,1 или выше на 29,10 кг, а по голштинской породе – на 19,10 кг; в возрасте 18 месяцев – на 58,96

и 48,96 кг соответственно. Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Монтвик Чифтейн 95679, представлены в таблице 2.

За период выращивания от рождения до 18-месячного возраста на ремонтных телках, принадлежащих линии Силинг Трайджун Рокит 252803, получено абсолютного прироста 418,01 кг, среднесуточный прирост равнялся 774,1 г, за период выращивания затрачено 3000 ЭКЕ, затраты корма на 1 кг прироста составили 7,18.

Таким образом, в хозяйстве живая масса ремонтных телок по линии Силинг Трайджун Рокит 252803 в 10-месячном возрасте составила 269,0 кг или выше стандарта по черно-пестрой породе на 19,0 кг, а по голштинской породе – на 9,0 кг; в возрасте 12 месяцев – 318,1 кг, что выше стандартов по черно-пестрой породе на 28,1 кг и по голштинской – 18,1 кг; в 18 ме-

сяцев – 451,01 кг или выше на 61,0 и 51,1 кг соответственно (табл. 3).

За период выращивания от рождения до 18-месячного возраста на ремонтных телках, принадлежащих линии Вис Бэк Айдиал 1013415, получено абсолютного прироста 418,72 кг, среднесуточного прироста – 775,4 г, за период выращивания затрачено 3000 ЭКЕ, затраты корма на 1 кг прироста составили 7,16.

В результате живая масса ремонтных телок по линии Вис Бэк Айдиал 1013415 в 10-месячном возрасте составила 270,0 кг или выше стандарта по черно-пестрой породе на 20,0 кг, а по голштинской породе – на 10,0 кг; в возрасте 12 месяцев – 320,5 кг, что выше стандартов по черно-пестрой породе на 30,5 кг и по голштинской – 20,5 кг; в 18 месяцев – 452,55 кг или выше на 62,55 и 52,55 кг соответственно (табл. 4).

Таблица 1 – Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Рефлекшн Соверинг 198998

Период	Возрастной период, мес.	Период выращивания, дней	Живая масса на конец периода, кг	Стандарт по породе, кг	Абсолютный прирост, кг	Ср. сут. прирост	Затраты корма на 1 гол, ЭКЕ	Затраты корма на 1 кг прироста
При рождении 33,76 кг	–	–	–	X	–	–	–	–
Молочный период	0–6	180	176,00	X	142,24	790,2	615	4,32
Период доращивания	6–12	180	320,25	ч/п – 290; голлшт. – 300	144,25	801,30	1080	7,49
Период осеменения	12–18	180	452,60	ч/п – 390; голлшт. – 400	132,35	735,20	1305	9,86
Итого за период	0–18	540	452,60	ч/п – 390; голлшт. – 400	418,84	775,70	3000	7,16

Таблица 2 – Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Монтвик Чифтейн 95679

Период	Возрастной период, мес.	Период выращивания, дней	Живая масса на конец периода, кг	Стандарт по породе, кг	Абсолютный прирост, кг	Ср. сут. прирост	Затраты корма на 1 гол, ЭКЕ	Затраты корма на 1 кг прироста
При рождении 33,76 кг	–	–	–	X	–	–	–	–
Молочный период	0–6	180	175,16	X	141,40	785,50	615	4,35
Период доращивания	6–12	180	319,10	ч/п – 290; голлшт. – 300	143,94	799,60	1080	7,50
Период осеменения	12–18	180	448,96	ч/п – 390; голлшт. – 400	129,86	721,14	1305	10,04
Итого за период	0–18	540	448,96	ч/п – 390; голлшт. – 400	445,20	824,40	3000	6,70

Таблица 3 – Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Силинг Траджут Рокит 252803

Период	Возрастной период, мес.	Период выращивания, дней	Живая масса на конец периода, кг	Стандарт по породе, кг	Абсолютный прирост, кг	Ср. сут. прирост	Затраты корма на 1 гол, ЭКЕ	Затраты корма на 1 кг прироста
При рождении 33,91 кг	–	–	–	X	–	–	–	–
Молочный период	0–6	180	174,50	X	140,59	781,10	615	4,37
Период доращивания	6–12	180	318,10	ч/п – 290; голшт. – 300	143,60	797,80	1080	7,50
Период осеменения	12–18	180	451,02	ч/п – 390; голшт. – 400	132,92	738,4	1305	10,04
Итого за период	0–18	540	451,02	ч/п – 390; голшт. – 400	418,01	774,10	3000	7,18

Таблица 4 – Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Вис Бэк Айдиал 1013415

Период	Возрастной период, мес.	Период выращивания, дней	Живая масса на конец периода, кг	Стандарт по породе, кг	Абсолютный прирост, кг	Ср. сут. прирост	Затраты корма на 1 гол, ЭКЕ	Затраты корма на 1 кг прироста
При рождении 33,83 кг	–	–	–	X	–	–	–	–
Молочный период	0–6	180	176,40	X	142,57	792,10	615	4,31
Период доращивания	6–12	180	320,50	ч/п – 290; голшт. – 300	144,10	800,60	1080	7,49
Период осеменения	12–18	180	452,55	ч/п – 390; голшт. – 400	132,05	733,6	1305	9,88
Итого за период	0–18	540	452,55	ч/п – 390; голшт. – 400	418,72	775,40	3000	7,16

За период выращивания от рождения до 18-месячного возраста на ремонтных телках, принадлежащих линии Пабст Говернер 882933, получено абсолютного прироста 418,03 кг, достигнут среднесуточный прирост 771,10 г, за период выращивания затрачено 3000 ЭКЕ, затраты корма на 1 кг прироста составили 7,18.

В итоге живая масса ремонтных телок по линии Пабст Говернер 882933 в 10-месячном возрасте составила 270,0 кг или выше стандарта по черно-пестрой породе на 20,0 кг, а по голштинской породе – на 10,0 кг; в возрасте 12 месяцев – 319,19 или выше на 29,90, а по голштинской породе на 19,90 кг; в возрасте 18 месяцев – 451,74 кг или на 61,74 и 51,74 кг соответственно (табл. 5).

За период выращивания от рождения до 18-месячного возраста на ремонтных телках, принадлежащих линии Говернер

Оф.Корнейшн 629472, получено абсолютного прироста 400,60 кг, среднесуточный прирост равнялся 741,80 г, за период выращивания затрачено 3000 ЭКЕ, затраты корма на 1 кг прироста составили 7,48 (табл. 6).

Сводная таблица по живой массе ремонтных телок, полученных от коров, принадлежащих к разным линиям, приведена в таблице 7.

Считается нормой, если к моменту осеменения телки имеют живую массу 65–70 % полновозрастной коровы. В хозяйстве средняя живая масса ремонтных телок при первом осеменении составила 398 кг, при среднесуточном приросте за период 771 г, возраст при первом осеменении 14 месяцев.

Ремонтный молодняк в хозяйстве выращивают таким образом, чтобы живая масса в возрасте 14–15 месяцев достигала не менее 380–398 кг, тогда возраст первого отела составит 23–24 месяца.

Таблица 5 – Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Пабст Говернер 882933

Период	Возрастной период, мес.	Период выращивания, дней	Живая масса на конец периода, кг	Стандарт по породе, кг	Абсолютный прирост, кг	Ср. сут. прирост	Затраты корма на 1 гол, ЭКЕ	Затраты корма на 1 кг прироста
При рождении 33,71 кг	–	–	–	X	–	–	–	–
Молочный период	0–6	180	175,70	X	141,99	788,80	615	=4,33
Период доразращивания	6–12	180	319,90	ч/п – 290; голшт. – 300	144,20	801,10	1080	=7,49
Период осеменения	12–18	180	451,74	ч/п – 390; голшт. – 400	131,84	732,40	1305	9,90
Итого за период	0–18	540	451,74	ч/п – 390; голшт. – 400	418,03	774,10	3000	7,18

Таблица 6 – Технологические циклы выращивания ремонтных телок, принадлежащих к линии Говернер Оф. Корнейшин 629472

Период	Возрастной период, мес.	Период выращивания, дней	Живая масса на конец периода, кг	Стандарт по породе, кг	Абсолютный прирост, кг	Ср. сут. прирост	Затраты корма на 1 гол, ЭКЕ	Затраты корма на 1 кг прироста
При рождении 32,49 кг	–	–	–	X	–	–	–	–
Молочный период	0–6	180	166,50	X	134,01	744,50	615	4,59
Период доразращивания	6–12	180	306,50	ч/п – 290; голшт. – 300	140,00	777,8	1080	7,71
Период осеменения	12–18	180	433,09	ч/п – 390; голшт. – 400	126,50	703,30	1305	10,26
Итого за период	0–18	540	433,09	ч/п – 390; голшт. – 400	400,60	741,80	3000	7,48

Таблица 7 – Живая масса ремонтных телок, полученных от коров, принадлежащих к разным линиям

Линия/стандарт	(n)	При рождении	6 месяцев	10 месяцев	12 месяцев	18 месяцев
Стандарт по черно-пестрой породе	x	x	x	250	290	390
Стандарт по голштинской породе	x	x	x	260	300	400
Рефлекшн Соверинг 198998	171	33,76 ± 2,41	176,00 ± 4,8	270,10 ± 7,9	320,25 ± 5,25	452,60 ± 8,67
Монтвик Чифтейн 95679	147	33,76 ± 2,49	175,16 ± 4,65	269,00 ± 8,9	319,10 ± 6,69	448,96 ± 9,47
Силинг Трайджун Рокит 252803	43	33,91 ± 2,63	174,50 ± 5,29	269,00 ± 10,2	318,10 ± 6,69	451,02 ± 8,25
Вис Бэк Айдиал 1013415	254	33,83 ± 2,54	176,40 ± 4,8	270,00 ± 8,4	320,50 ± 11,87	452,55 ± 8,3
Пабст Говернер 882933	57	33,71 ± 2,59	175,70 ± 4,79	270,00 ± 9,1	319,90 ± 12,57	451,74 ± 8,65
Говернер Оф.Корнейшин 629472	15	32,49 ± 6,01	166,50 ± 4,37	259,00 ± 9,0	306,50 ± 13,68	433,09 ± 8,53
Среднее значение	X	33,58 ± 0,54	174,05 ± 3,76	267,85 ± 4,36	317,30 ± 5,41	448,33 ± 7,58

Динамика живой массы ремонтных телок по периодам выращивания в разрезе линейной принадлежности представлена на рисунке 1.

Средняя живая масса полновозрастных коров в хозяйстве по результатам бонитировки за 2021 г. составила 588 кг, живая масса ремонтных телок при первом осеменении – 398 кг, то есть 67,7 % от живой массы полновозрастных коров, что соответствует рекомендуемым нормам.

по черно-пестрой породе в возрасте 10 месяцев по линиям: Рефлекшн Соверинг 198998 на 20,1 кг; Монтвик Чифтейн 95679 – 19,0; Силинг Трайджун Рокит 252803 – 19,0; Вис Бэк Айдиал 1013415 – 20,0; Пабст Говернер 882933 – 20,0; Говернер Оф. Корнейшн 629472 – 9,0 кг; в возрасте 12 месяцев: на 30,25; 29,1; 28,1; 30,5; 29,9; 27,3 кг; в возрасте 18 месяцев: на 62,2; 58,96; 61,02; 62,55; 51,74; 43,09 кг соответственно.

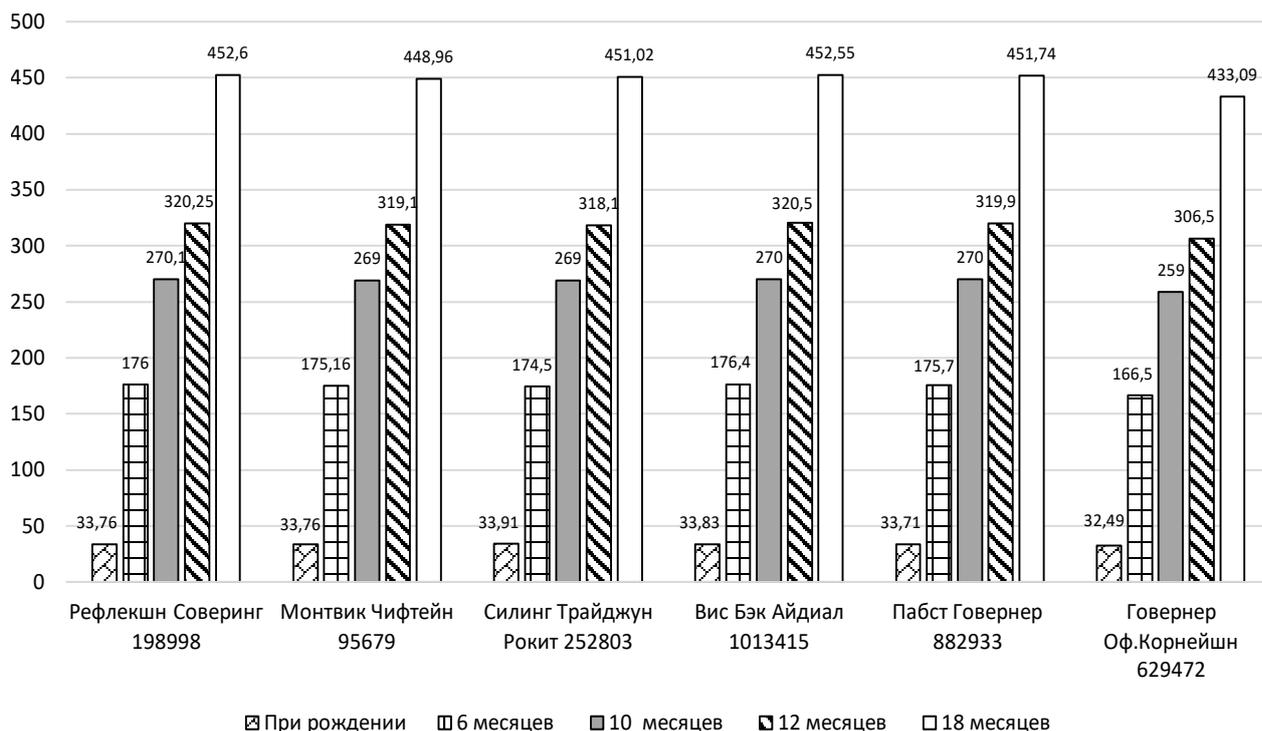


Рисунок 1 – Динамика живой массы ремонтных телок по периодам выращивания в разрезе линейной принадлежности

Выводы. Полновозрастные коровы по итогам бонитировки за 2021 г. весили 588 кг, а живая масса ремонтных телок при первом осеменении составила 398 кг в возрасте 14 месяцев, или 67,7 % от живой массы полновозрастных коров, что соответствует рекомендуемым нормам (65–70 %).

Осеменение ремонтных телок в возрасте 14 месяцев с живой массой при первом осеменении 398 кг свидетельствует, что возраст первого отела коров в условиях данного хозяйства наступает в 23 месяца, что также в пределах рекомендуемых норм для племенных хозяйств. Живая масса ремонтных телок во все возрастные периоды выращивания выше по сравнению с минимальными требованиями не только по черно-пестрой, но и по голштинской породе.

Исследуемые животные превышают минимальные требования по живой массе

По голштинской породе в возрасте 10 месяцев по линиям: Рефлекшн Соверинг 198998 – на 10,10 кг; Монтвик Чифтейн 95679 – 9,0; Силинг Трайджун Рокит 252803 – 9,0; Вис Бэк Айдиал 1013415 – 10,0; Пабст Говернер 882933 – 10,0; Говернер Оф. Корнейшн 629472 – на 1,0 кг ниже; в возрасте 12 месяцев: на 20,25; 19,1; 18,1; 20,5; 19,9; 27,3 кг; в возрасте 18 месяцев: на 52,2; 48,96; 51,02; 52,55; 41,74; 33,09 кг соответственно.

Таким образом, имеются все основания для перевода данных животных в голштинскую породу.

Список источников

1. Азимова Г. В. Совершенствование схемы кормления молодняка крупного рогатого скота // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ижевск, 2021. С. 3–6.

2. Кислякова Е. М., Ломаева А. А. Влияние добавок органического хрома на продуктивные и репродуктивные показатели коров черно-пестрой породы // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2017. Т. 232. № 4. С. 76–80.

3. Кислякова Е. М., Ачкасова Е. В. Влияние инновационной кальций содержащей добавки в рационы телят раннего возрастного периода на их гематологический статус // Известия Международной академии аграрного образования. 2018. № 43. С. 165–168.

4. Кислякова Е. М., Хохряков Г. А., Юдин В. М. Зоотехнический анализ эффективности кормовой продукции собственного производства // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 106–113.

5. Кислякова Е. М., Владыкина Е. Л. Современные промышленные технологии доения в реализации продуктивного потенциала коров // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ижевск, 2021. С. 41–46.

6. Кудрин М. Р. Для телят – комфортные условия. Агропром Удмуртии. 2022. № 1. С. 38–39.

7. Кудрин М. Р., Николаев В. А. Животноводческие помещения для содержания молодняка крупного рогатого скота с учетом норм технологического проектирования и экологической безопасности // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х томах. Ижевск, 2022. С. 61–65.

8. Любимов А. И., Юдин В. М., Никитин К. П. Оценка роста и развития молодняка крупного рогатого скота, полученного с использованием родственного спаривания // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 16–19 февраля 2016 г. Ижевск, 2016. С. 108–110.

9. Любимов А. И., Кислякова Е. М., Ломаева А. А. Современное состояние племенной базы Удмуртской Республики // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. Ижевск, 2020. С. 135–144.

10. Особенности роста и развития ремонтных телок голштинизированного черно-пестрого скота / В. М. Юдин, А. И. Любимов, А. И. Лукина, И. М. Мануров // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, 4–5 дек. 2019 г. Ижевск, 2020. С. 193–198.

11. Любимов А. И., Азимова Г. В., Малков А. Н. Применение препарата «Ветом 1.1» в профи-

лактике диареи телят // Аграрная Россия. 2016. № 5. С. 8–9.

12. Analysis of potential and elaboration of state regulation measures to improve the efficiency of beekeeping (a case study of the Udmurt Republic) / S. L. Vorobeva, O. V. Abasheva, E. M. Kislyakova [et al.] // Revista Inclusiones. 2020. Т. 7. № S 2–1. С. 88–98.

13. Kislyakova E. M., Khokhryakov G. A., Yudin V. M. Zootechnical analysis of the effectiveness of feed products of own production // News of the Gorsky State Agrarian University. 2019. Т. 56. № 1. P. 106–113.

14. Kislyakova E. M., Lomaeva A. A. Realization of the genetic potential of dairy productivity of cows in the conditions of the Perm region // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2015. Т. 52. № 3. P. 91–95.

References

1. Azimova G. V. Sovershenstvovanie skhemy kormleniya molodnyaka krupnogo rogatogo skota // Tekhnologicheskie trendy ustojchivogo funkcionirovaniya i razvitiya APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Izhevsk, 2021. S. 3–6.

2. Kislyakova E. M., Lomaeva A. A. Vliyanie dobavok organicheskogo khroma na produktivnye i reproductivnye pokazateli korov cherno-pestroj porody // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. 2017. Т. 232. № 4. S. 76–80.

3. Kislyakova E. M., Achkasova E. V. Vliyanie innovacionnoj kal'cij soderzhashchej dobavki v raciony telyat rannego vozrastnogo perioda na ikh gematologicheskij status // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. 2018. № 43. S. 165–168.

4. Kislyakova E. M., Khokhryakov G. A., Yudin V. M. Zootekhnicheskij analiz effektivnosti kormovoj produkcii sobstvennogo proizvodstva // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. Т. 56. № 1. S. 106–113.

5. Kislyakova E. M., Vladykina E. L. Sovremennye promyshlennye tekhnologii doeniya v realizacii produktivnogo potenciala korov // Tekhnologicheskie trendy ustojchivogo funkcionirovaniya i razvitiya APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Izhevsk, 2021. S. 41–46.

6. Kudrin M. R. Dlya telyat – komfortnye usloviya. Агропром Удмуртии. 2022. № 1. S. 38–39.

7. Kudrin M. R., Nikolaev V. A. ZHivotnovodcheskie pomeshcheniya dlya soderzhaniya molodnyaka krupnogo rogatogo skota s uchetom norm tekhnologicheskogo proektirovaniya i ekologicheskoy bezopasnosti // Nauchnye razrabotki i innovacii v reshenii strategicheskikh zadach agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2-kh tomakh. Izhevsk, 2022. S. 61–65.

8. Lyubimov A. I., Yudin V. M., Nikitin K. P. Ocenka rosta i razvitiya molodnyaka krup-

nogo rogatogo skota, poluchennogo s ispol'zovaniem rodstvennogo sparivaniya // Nauchnoe i kadrovoe obespechenie APK dlya prodovol'stvennogo im-portozameshcheniya: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 16–19 fevralya 2016 g. Izhevsk, 2016. S. 108–110.

9. Lyubimov A. I., Kislyakova E. M., Lomaeva A. A. Sovremennoe sostoyanie plemennoj bazy Udmurtskoj Respubliki // Agrarnoe obrazovanie i nauka – v razvitii zhivotnovodstva: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 20 iyulya 2020 g. Izhevsk, 2020. S. 135–144.

10. Osobennosti rosta i razvitiya remontnykh telok golshtinizirovannogo cherno-pestrogo skota / V. M. Yudin, A. I. Lyubimov, A. I. Lukina, I. M. Manurov // Integracionnye vzaimodejstviya molodykh uchenykh v razvitii agrarnoj nauki: materialy Nac. nauch.-prak. konf. molodykh uchenykh, 4–5 dek. 2019 g. Izhevsk, 2020. S. 193–198.

11. Lyubimov A. I., Azimova G. V., Malkov A. N. Primenenie preparata «Vetom 1.1» v profilaktike diarei telyat // Agrarnaya Rossiya. 2016. № 5. S. 8–9.

12. Analysis of potential and elaboration of state regulation measures to improve the efficiency of beekeeping (a case study of the Udmurt Republic) / S. L. Vorobeva, O. V. Abasheva, E. M. Kislyakova [et al.] // Revista Inclusiones. 2020. T. 7. № S 2–1. S. 88–98.

13. Kislyakova E. M., Khokhryakov G. A., Yudin V. M. Zootechnical analysis of the effectiveness of feed products of own production // News of the Gorsk State Agrarian University. 2019. T. 56. №. 1. P. 106–113.

14. Kislyakova E. M., Lomaeva A. A. Realization of the genetic potential of dairy productivity of cows in the conditions of the Perm region // Proceedings of the Gorsk State Agrarian University. 2015. T. 52. №. 3. P. 91–95.

Сведения об авторах:

М. Р. Кудрин¹✉, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Д. А. Темеев², студент

^{1,2}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая 11, Ижевск, Россия, 426069

¹kudrin_mr@mail.ru

Original article

BREEDING OF HOLSTEINIZED BLACK-AND-WHITE REPLACEMENT HEIFERS ACCORDING TO TECHNOLOGICAL CYCLES IN THE CONTEXT OF LINEAR DISTINCTIVE FEATURES

Mikhail R. Kudrin¹✉, Dmitry A. Temeev²

^{1,2}Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

¹kudrin_mr@mail.ru

Abstract. *The breeding technology with account taken of biological characteristics in the feeding of young cattle in all periods can significantly increase the efficiency of their growth rates. The aim of the research was to study the live weight of replacement heifers in various technological periods of rearing and compare them with the minimum requirements for breeds (Black-and-White and Holstein). The studies were carried out in the production site of the integrated agricultural production centre “Udmurtia” of the Vavozhsky district of the Udmurt Republic. 687 replacement heifers belonging to six lines were selected for research: Reflection Sovering 198998, Montveek Chiftein 95679, Sealing Traijun Rocket 252803, Vis Back Ideal 1013415, Pabst Governer 882933, Governer Of. Kornation 629472. The results of the research showed that the live weight of replacement heifers in all age periods of cultivation exceeded the minimum requirements not only for the Black-and-White, but also for the Holstein breed. The excess in live weight for the Black-and-White breed at the age of 10 months according to the lines was 20.1; 19.0; 19.0; 20.0; 20.0; 9.0 kg; at the age of 12 months – 30.25; 29.1; 28.1; 30.5; 29.9; 27.3 kg; at the age of 18 months – 62.2; 58.96; 61.02; 62.55; 51.74; 43.09 kg respectively. For the Holstein breed at the age of 10 months – 10.10; 9.0; 9.0; 10.0; 10.0 kg; for Governor Of. Kornation 629472 – 1.0 kg lower; at the age of 12 months – higher by 20.25; 19.1; 18.1; 20.5; 19.9; 27.3 kg; at the age of 18 months – higher by 52.2; 48.96; 51.02; 52.55; 41.74; 33.09 kg respectively. Thus, there is every indication to grade these animals to the Holstein breed.*

Key words: replacement heifer; line; period; live weight; absolute growth; average daily growth; feed costs.

For citation: Kudrin M. R., Temeev D. A. Breeding of Holsteinized Black-and-White replacement heifers according to technological cycles in the context of linear distinctive features. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022; 2 (70): 25-33 (In Russ.).* https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_25.

Authors:**M. R. Kudrin**¹✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;**D. A. Temeev**², student^{1,2}Izhevsk State Agricultural Academy, 11 Studencheskya St., Izhevsk, Russia, 426069¹kudrin_mr@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 17.06.2022; одобрена после рецензирования 22.06.2022; принята к публикации 23.06.2022.

The article was received by the editors 17.06.2022; approved after peer review 22.06.2022; accepted for publication 23.06.2022.

Научная статья

УДК 638.142.34

DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_33

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ УЛЬЕВ НАД ДЕРЕВЯННЫМИ

Самойлова Татьяна Сергеевна¹✉, Чучунов Василий Александрович²,
Зинин Евгений Павлович³✉, Серединцев Алексей Олегович⁴,
Зинина Анастасия Александровна⁵^{1,2}ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, Россия;^{3,4,5}АО «Птицефабрика Краснодонская», рабочий поселок Иловля,
Волгоградская обл., Россия¹kolobova2802@mail.ru;³zootexnia@mail.ru

Аннотация. Продуктивность пчелиных семей на пасеке во многом зависит от условий содержания. Целью исследований являлась сравнительная эффективность содержания пчел в ульях из пенополистирола и дерева в условиях кочевых пасек Волгоградской области. Во время опыта изучались показатели развития пчелиной семьи, интенсивность яйцекладки маткой, сила семьи, медовая продуктивность, по окончании исследований дана сравнительная экономическая оценка производства меда при содержании пчел в деревянных ульях и ульях из пенополистирола. Весеннее развитие лучше протекало в семьях, содержащихся в ульях из пенополистирола, они же быстрее накопили большую пчеломассу, а к зиме пчелы организовали более сильные семьи, разница по количеству полностью обсиженных рамок составляла 0,9 рамки. Суточная яйценоскость матки также была выше в ульях из пенополистирола. Оценивая семьи на медовую продуктивность, отмечали, что в ульях из пенополистирола пчелы принесли на 10,1 кг валового меда больше. По итогам работы пчелиной семьи за сезон прибыль в расчете на 1 семью в ульях из пенополистирола составила 3462,5 руб., в то время как в ульях из дерева она была на уровне 2197,8 руб. Разница в уровне рентабельности производства меда в ульях, изготовленных из разных материалов, составила 16,12 %.

Ключевые слова: улей; пенополистирол; медовая продуктивность; экономическая эффективность.

Для цитирования: Преимущества пенополистирольных ульев над деревянными / Т. С. Самойлова, В. А. Чучунов, Е. П. Зинин [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 33-40. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_33.

Актуальность. Выбор правильной организации пчеловодства с учетом оборудования, технологических приемов содержания во многом определяет продуктивность семей пчел на пасеке [7, 15].

Существование пчелиной семьи сводится к периодам активного и пассивного состояний, которые напрямую зависят от температуры окружающего воздуха. В весенне-летний период, на пике развития семьи, количество пчел в улье в разы превышает их численность в ранневесенний период, что позволяет экономить корма в экстремальных зимних условиях и эффективно использовать потенциалы нектароносителей, создавая большие запасы меда [5, 8].

На кочевых пасеках Волгоградской области в основном используются ульи системы Дадана, расширение семьи в которых происходит по вертикали, кроме того, имеются ульи системы Рута и ульи-лежаки. Корпуса ульев выполнены в основном из древесины хвойных пород и при своих положительных качествах, таких как хорошие параметры влаго- и теплозащиты, они достаточно тяжелы и не совсем удобны при работе на кочевках, когда приходится манипулировать корпусами, а вес полномедного корпуса может составлять до 50 кг. В последнее время все большее распространение у пчеловодов приобретают пенополистирольные ульи [6, 14].

Ульи Дадана – Блатта достаточно удобны в работе как для опытных, так и для начинающих пчеловодов. Они хорошо подходят для пасек, расположенных в зонах с умеренным и континентальным климатом. В период зимовки пчелы образуют клуб в гнездовом корпусе, ближе к весне пчел желательно подкормить, после чего с наступлением весны проводятся проверка пчелиной семьи и выставочные работы. После этого в улей подставляются рамки с сущью, а после смены зимовальной пчелы на весеннюю – с вощиной. Постепенно пчелиная семья крепнет и набирает силу. В это время пчеловод подставляет к корпусу улья магазин с полурамками или дополнительный корпус с рамками. Пчелы, следуя природным инстинктам, начинают готовиться к зиме, заполняя улей сотами с медом. После того как присоединенный корпус или магазин будет полностью заполнен медом, его убирают, а на его место подставляют другой корпус. Таким образом из улья производится изъятие меда и других продуктов пчеловодства [9, 10].

В последнее время на рынке появился большой ассортимент ульев различных модификаций, выполненных из пенополистирола, кото-

рые сохраняют, а по некоторым параметрам даже превосходят деревянные ульи, при этом имея массу в разы меньшую, чем у аналогов. При всех положительных качествах ряд исследователей (Баландин В. С.; Кашковский В. Г., Волков С.А.; Филиппов В. С.) указывают на некоторые недостатки пенополистирольных ульев: на стенках образуется конденсат при резкой смене температуры окружающей среды; пчелы хоть и не сильно, но разгрызают стенки ульев [2, 4, 11].

По данным исследований С. А. Волкова, по состоянию семей, содержащихся в ульях из дерева и пенополистирола, в условиях юга Западной Сибири существенных различий в силе семьи по периодам года не выявлено, но при этом наблюдалось более раннее весеннее развитие семей, содержащихся в пенополистирольных ульях. Выход товарного меда в среднем от одной семьи по группам составил 45,8 и 47,2 кг соответственно. Отход пчел при зимовке составил 1,4 и 1,6 улочки соответственно анализируемым группам [3].

По наблюдениям М. Ш. Ахметгареева; Г. Ш. Чинакаева отмечалось, что пчелы в ульях, изготовленных из пенополистирола, не ухудшили показатели микроклимата в гнезде. Маткам в этих семьях пчелы обеспечивают более комфортные условия, затрачивая при этом меньше энергии, соответственно они откладывают большее количество яиц, чем в деревянных ульях, и лучше происходит развитие семьи [1, 12].

Цель исследования: оценить эффективность использования пенополистирольных ульев в условиях кочевых пасек Волгоградской области и на учебной пасеке ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

В связи с поставленной целью задачами нашего исследования явились изучение и сравнительный анализ развития, зимовки, продуктивности пчелиных семей в ульях, изготовленных из различных материалов, а также расчет экономической эффективности применения пенополистирола как материала для изготовления улья.

Материалы и методы исследования. Пенополистирол, используемый для производства ульев, являясь синтетическим материалом, вызывает вопросы у пчеловодов и потребителей продукции, связанные с безопасностью получаемой продукции. В производственных условиях оценку безопасности проводили, отслеживая процессы, протекающие в пчелиной семье в пенополистирольных ульях, сопо-

ставляя их с развитием этих же процессов в деревянных ульях. Для достижения поставленной цели нами в условиях кочевой пасеки после главного взятка по методу пар-аналогов были сформированы две группы пчелосемей, по 10 ульев в каждой. Опытная группа пчелиных семей располагалась в ульях из пенополистирола, а контрольная – в деревянных ульях. В ходе нашего эксперимента в соответствии с инструкцией по бонитировке пчелиных семей были изучены показатели: оценки медовой продуктивности, силы пчелиных семей, зимостойкости, весеннее развитие, по окончании исследований дана экономическая оценка эффективности использования ульев, изготовленных из разных материалов. Яйценоскость маток оценивалась по мере необходимости полного разбора гнезда (12 раз), путем накладывания рамки с натянутой на ней проволокой, образующей квадраты размерами 5×5 см (100 пчелиных ячеек), на соты, занятые печатным расплодом. Суточную яйцекладку маткой определяли посредством произведения количества занятых расплодом квадратов на 100 и деления полученного результата на 12.

Схема наших исследований представлена на рисунке 1.

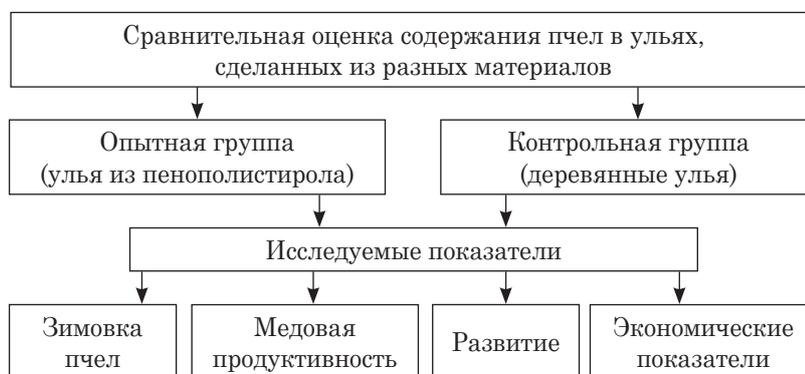


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Ульи Дадана – Блатта, используемые в опыте на нашей пасеке, представляют собой деревянные или пенополистирольные улья на 10 рамок, состоящие из съемного сетчатого дна с летковым отверстием и прилетной доской, двух корпусов с гнездовыми рамками, в момент медосбора на которые через ганемановскую решетку, ограничивающую гнездо, установили корпуса или магазинные надставки с рамками для сбора меда, подкрышник и крышу.

Технологические операции при работе с семьями во время опыта проводились следующим образом: начало пчеловодческого сезона

наступает непосредственно после главного медосбора, когда осуществляются мероприятия, которые направлены на подготовку семей пчел к зимовке.

После главного взятка семьи сильно «проседают» по количеству пчел, поэтому в августе – начале сентября необходимо создать условия для повышенной откладки яиц маткой, чтобы нарастить силу семьи в зиму. Кроме того, в это же время проводятся, вне зависимости от степени заклещеванности, противоварроатозные обработки. В конце августа следует пополнить запасы семей кормами в зиму, закармливая их 50 % сахарным сиропом, заменить полиэтиленовую пленку на поверхности рамок брезентовым холстиком и удалить из улья всякое утепление до конца зимы – начала весны (пока в гнезде не появится расплод). После формирования клуба пчел при небольшой отрицательной температуре окружающего воздуха производится удаление гнездовых рамок, не занятых сформировавшимся клубом, и ограничение гнезда разделительными диафрагмами. Семьи, клуб которых занимает менее пяти рамок, подлежат объединению между собой, либо ими подсиливают другие семьи.

Пчелы нашей пасеки зимуют на улице в ульях с сетчатым дном, которое после весенней ревизии заменяется сплошным. Наша задача в зимнее время сводится к обеспечению безопасности гнезда пчел от мышевидных грызунов и птиц, в это время семьи необходимо как можно меньше беспокоить. В конце января – марте осуществляем ревизию кормовых запасов и при необходимости на верхних брусочках гнездовых рамок размещаем медовое тесто или полномедную рамку, а при установлении наличия расплода в гнезде (повышения температуры, создаваемой клубом) утепляем клуб. После установления положи-

тельных температур, позволяющих пчелам осуществить первый очистительный облет, чистим донья ульев от подмора и продуктов зимовки, заменяя их чистыми, и при необходимости сокращаем гнездо, удаляя рамки, не обсиженные пчелами. Контролируем наличие матки в гнезде по наличию расплода и при выявлении безматочных семей объединяем их со слабыми семьями. Заменяем брезентовые холстики под утеплителем на полиэтиленовую пленку, а за разделительную диафрагму в не занятую гнездом часть улья подставляем медовые рамки, чтобы из них пчелы пополняли кормовые запасы гнезда. Необходимо, чтобы в улье было не менее 8–12 кг меда. После этих мероприятий 2–3 недели не беспокоим пчел.

В апреле – мае каждую неделю контролируем развитие пчелиной семьи, расширяя ее, подставляя в начале маломедные рамки и сушь, а когда семья набирает силу и появляется много молодой пчелы, у которой хорошо развиты восковые железы, можно начинать подставлять и вошину. При развитии семьи пчел в поздневесенний период и во избежание дефицита в свежестроенных сотах для расширения семьи, содержащейся в двухгнездовых 10-рамочных корпусах, используем вошину. Момент подстановки рамок с вошиной контролируем по наличию восковых построек на строительной рамке, расположенной с краю гнезда.

По мере появления большого количества трутового расплода проводим противоварроатозные обработки. Если главный взятки еще не наступил, а семья набрала силу, то проводим противороевые мероприятия. Непосредственно перед главным взятком в нижний корпус перемещали рамки преимущественно с закрытым расплодом, чередуя их с 3–4 рамками с вошиной, в этот же корпус перемещали и матку этой семьи, поверх рамок гнездового корпуса располагали ганимановскую решетку, препятствующую проходу матки в располагаемые выше корпуса улья, второй корпус формировали рамками открытого расплода и вошиной. По наступлении главного взятка на сформированные таким образом улья устанавливали корпус и магазины с сушью для сбора меда. Количество принесенного нектара в день контролировали в 8 часов вечера путем взвешивания контрольного улья (семья средней силы) на весах. По мере необходимости производили откачку товарного меда.

Результаты исследования. Зимовка пчел осуществлялась в условиях улицы без всяко-

го утепления, и лишь в конце зимы или ранней весной (при появлении расплода) проводили при необходимости подкормку и утепление гнезда. Оцениваемые показатели зимовки пчел представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка качества зимовки пчел

Группа	Количество рамок с пчелами, пошедшими на зимовку	Количество рамок с пчелами, вышедшими из зимовки	% отхода
Опытная	7,2 ± 0,16	6,7 ± 0,21	6,9
Контрольная	7,2 ± 0,16	6,1 ± 0,35	15,3

Оценивая показатели зимовки, отмечали, что в соответствии с методикой проведения опыта, подбирая семьи методом пар-аналогов, среднее количество рамок, полностью обсиженных пчелами, составляло 7,2, при этом гнезда занимали от 6 до 8 гнездовых рамок. По окончании зимовки отмечали, что лучшие результаты были в семьях, зимовавших в ульях из пенополистирола, количество подмора в которых по сравнению с деревянными ульями составило 6,9 %, что меньше на 8,4 %.

Средний возраст маток в опыте составлял 1,5 года, по 5 семей с матками 1 года и 2 лет. Медовая продуктивность семей, отобранных для опыта за год, предшествующий опыту, составляла от 21,9 до 22,5 кг товарного меда (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность семей за предыдущий исследованиям год

Группа	Возраст матки, лет	Медовая продуктивность за прошлый год (товарного меда), кг
Опытная	1,5 ± 0,17	21,9 ± 2,32
Контрольная	1,5 ± 0,17	22,5 ± 1,89

Изучая развитие пчелиных семей в различные периоды функционирования, отмечали, что весеннее развитие лучше всего происходило в семьях, содержащихся в ульях из пенополистирола, соответственно они быстрее смогли накопить большую пчеломассу к главному медосбору и лучше его использовать (табл. 3). В середине июня произошло некоторое «проседание» семей обеих групп, что связано с интенсивной работой пчел на медосборе, когда народившиеся пчелы не успевают возобновлять

изношенных и отошедших на медосборе пчел. К зиме пчелы в ульях из пенополистирола создали более сильные семьи, некоторые из которых обсиживали по 8–9 гнездовых рамок, разница по количеству полностью обсиженных пчелами рамок в деревянных ульях и ульях из пенополистирола составляла 0,9 рамки. Среднесуточная яйценоскость матки также была выше в ульях из пенополистирола, матки быстрее достигли пика яйцекладки, обеспечивая более высокую силу семьи. Такое развитие пчелиных семей в пенополистирольных ульях косвенно свидетельствует об отсутствии негативного воздействия материала улья на биологические процессы семьи.

Изучив продуктивность пчел по меду за сезон, данные которой представлены в таблице 4, отмечали, что по показателю количества стандартных соторамок со зрелым медом, изъятых из семей, опытная группа превосходила контрольную на 2,7 рам-

ки. От семей, содержащихся в ульях из пенополистирола, получили на 10,1 кг валового меда больше, чем от семей, содержащихся в деревянных ульях. Товарного меда также было получено больше в семьях опытной группы, разница составила 19,86 %.

При цене реализации меда в 350 руб./кг полные издержки были несколько выше в семьях, содержащихся в деревянных ульях, что связано с более низкой медовой продуктивностью в этих семьях, разница составляла 26 руб./кг товарного меда. Это повлияло на более высокую прибыль, полученную за килограмм меда, в опытных семьях она была на 125 руб./кг больше. Разница по показателю уровень рентабельности между опытной и контрольной группами составляла в среднем 16,12 %. Прибыль в расчете на одну семью в ульях из пенополистирола составила 3462,5 руб., в то время как в ульях из дерева она была на уровне 2197,8 руб. (табл. 5).

Таблица 3 – Развитие пчелиной семьи

Группа	Дата	Сила семьи, улочка	Среднесуточная яйценоскость матки, шт.	Группа	Дата	Сила семьи, улочка	Среднесуточная яйценоскость матки, шт.
Март				Июнь			
Опытная	20	6,7 ± 0,21	–	Опытная	4	19,5 ± 0,48	1769,1 ± 24,29
Контрольная	20	6,1 ± 0,35	–	Контрольная	4	17,6 ± 0,43	1658,4 ± 21,08
Опытная	27	6,9 ± 0,23	–	Опытная	20	16,0 ± 0,26	1759,6 ± 24,01
Контрольная	27	6,0 ± 0,21	–	Контрольная	20	14,3 ± 0,3	1608,9 ± 20,91
Апрель				Июль			
Опытная	5	7,2 ± 0,29	–	Опытная	18	14,8 ± 0,29	–
Контрольная	5	6,3 ± 0,21	–	Контрольная	18	12,9 ± 0,35	–
Опытная	16	9,6 ± 0,45	504,5 ± 25,06	Август			
Контрольная	16	8,1 ± 0,35	431,0 ± 21,13	Опытная	7	12,7 ± 0,3	–
Май				Контрольная	7	11,6 ± 0,34	–
Опытная	1	11,9 ± 0,48	757,4 ± 22,19	Опытная	28	11,2 ± 0,32	795,9 ± 11,97
Контрольная	1	9,9 ± 0,43	653,1 ± 28,36	Контрольная	28	10,1 ± 0,31	722,6 ± 23,09
Опытная	12	14,8 ± 0,51	1047,7 ± 27,69	Октябрь			
Контрольная	12	12,3 ± 0,51	891,4 ± 28,43	Опытная	26	8,5 ± 0,22	0
Опытная	26	17,5 ± 0,56	1641,5 ± 30,14	Контрольная	26	7,6 ± 0,16	0
Контрольная	26	15,3 ± 0,49	1586,6 ± 23,19				

Таблица 4 – Продуктивность пчел

Группа	Количество стандартных соторамок с медом, шт.	Получено всего меда, кг	Получено товарного меда, кг
Опытная	11,4 ± 0,93	43,7 ± 3,52	27,7 ± 3,52
Контрольная	8,7 ± 0,88	33,06 ± 3,48	22,2 ± 3,09

Таблица 5 – Экономическая эффективность производства меда в ульях, выполненных из разных материалов

Показатели	Опытная группа	Контрольная группа
Цена реализации за кг, руб.	350	350
Полные издержки, руб.	225	251
Прибыль на 1 кг, руб.	125	99
Получено товарного меда с 1 семьи, кг	27,7	22,2
Прибыль в расчете на 1 семью, руб.	3462,5	2197,8
Уровень рентабельности, %	55,56	39,44

Выводы. Проведя комплексные исследования по сравнительной оценке содержания пчел в ульях, изготовленных из пенополистирола и дерева, рекомендуем применять на кочевых пасеках Волгоградской области улья, выполненные из пенополистирола, так как негативного влияния материала в ходе исследований выявлено не было.

Семьи в таких ульях развиваются лучше, быстрее набирается пчеломасса, что позволяет эффективнее использовать нектароносы, в зиму формируются более сильные семьи, а в экономическом выражении уровень рентабельности производства меда на 16,12 % выше.

Список источников

1. Астафьев Н. П. И. Прокопович о способах содержания пчел // Пчеловодство. 2021. № 1. С. 60–61.
2. Ахметгареев М. Ш. Экструдированный пенополистирол «Тимплекс» // Пчеловодство. 2017. № 6. С. 32–33.
3. Баландин В. С. Влияние пенополистироловых ульев на жизнедеятельность пчелиной семьи // Сборник статей XVI международной научно-практической конференции. Российская наука в современном мире. Москва, 30 июня 2018 года. С. 2–4.
4. Волков С. А. Зимовка пчел в синтетических ульях в Западной Сибири // Пчеловодство. 2015. № 2. С. 12–13.
5. Игошин О. Ю., Толманов А. А. Особенности содержания и разведения медоносных пчел в условиях Поволжья // Современные тенденции в биологических науках XXI века: сборник научных трудов IV Всерос. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. С. 198–203.
6. Кашковский В. Г., Волков С. А. Выбор улья для пасек Западной Сибири // Вестник Российской

академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 4. С. 51–53.

7. Крутоголов В. Д. Технология содержания пчел // Пчеловодство. 2014. № 3. С. 30–32.

8. Мельникова Е. Н., Мельников М. М., Земскова Н. Е. Содержание пчел в условиях лесостепной зоны Самарской области // Пчеловодство. 2019. № 2. С. 12–13.

9. Налецкий М. М. Содержание пчел в многокорпусных ульях // Пчеловодство. 2014. № 8. С. 37–40.

10. Панков Д. М. Комплексный подход к содержанию пчел // Пчеловодство. 2013. № 6. С. 12–13.

11. Селицкий А. В. Содержание пчел в двухкорпусном улье // Пчеловодство. 2014. № 5. С. 45–47.

12. Филиппов В. С. Содержание пчел в теплых ульях // Пчеловодство. 2020. № 4. С. 36–39.

13. Чинакаев Г. Ш. Ульи из пенополистирола // Пчеловодство. 2018. № 1. С. 41–42.

14. Экономическая эффективность лечения медоносных пчел от варроатоза при ведении органического животноводства / В. А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский, В. А. Злепкин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3 (63). С. 300–311.

15. Ярошевич Г. С., Мазина Г. С., Владимирова С. В. Приемы и способы содержания пчел в условиях Псковской области // Инновационные технологии для АПК юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию образования Адыгейского НИИСХ (с международным участием). Майкоп, 21–23 сентября 2016 г. С. 293–297.

References

1. Astaf'ev N. P. I. Prokopovich o sposobah sodержaniya pchel // Pchelovodstvo. 2021. № 1. S. 60–61.
2. Ahmetgareev M. SH. Ekstrudirovannyj penopolistiroл «Timpleks» // Pchelovodstvo. 2017. № 6. S. 32–33.
3. Balandin V. S. Vliyanie penopolistirolovyh ul'ev na zhiznedeyatel'nost' pchelinoj sem'i // Sbornik statej XVI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Rossijskaya nauka v sovremennom mire. Moskva, 30 iyunya 2018 goda. S. 2–4.
4. Volkov S. A. Zimovka pchel v sinteticheskikh ul'yah v Zapadnoj Sibiri // Pchelovodstvo. 2015. № 2. S. 12–13.
5. Igoshin O. Yu., Tolmanov A. A. Osobennosti sodержaniya i razvedeniya medonosnyh pchel v usloviyah Povolzh'ya // Sovremennye tendencii v biologicheskikh naukah XXI veka: sbornik nauchnyh trudov IV Vseros. nauch.-prakt. konf. Ufa, 2019. S. 198–203.
6. Kashkovskij V. G., Volkov S. A. Vybor ul'ya dlya pasek Zapadnoj Sibiri // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2014. № 4. S. 51–53.

7. Krutogolov V. D. Tekhnologiya sodержaniya pchel // Pchelovodstvo. 2014. № 3. S. 30–32.
8. Mel'nikova E. N., Mel'nikov M. M., Zemskova N. E. Soderzhanie pchel v usloviyah lesostepnoj zony Samarskoj oblasti // Pchelovodstvo. 2019. № 2. S. 12–13.
9. Naleckij M. M. Soderzhanie pchel v mnogokorpusnyh ul'yah // Pchelovodstvo. 2014. № 8. S. 37–40.
10. Pankov D. M. Kompleksnyj podhod k sodержaniyu pchel // Pchelovodstvo. 2013. № 6. S. 12–13.
11. Selickij A. V. Soderzhanie pchel v dvuhkorpusnom ul'e // Pchelovodstvo. 2014. № 5. S. 45–47.
12. Filippov V. S. Soderzhanie pchel v tepleh ul'yah // Pchelovodstvo. 2020. № 4. S. 36–39.
13. CHinakaev G. SH. Ul'i iz penopolistirola // Pchelovodstvo. 2018. № 1. S. 41–42.
14. Ekonomicheskaya effektivnost' lecheniya medonosnyh pchel ot varroatoza pri vedenii organicheskogo zhivotnovodstva / V. A. CHuchunov, E. B. Radzievskij, V. A. Zlepkin [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2021. № 3 (63). S. 300–311.
15. YArOShevich G. S., Mazina G. S., Vladimirova S. V. Priemy i sposoby sodержaniya pchel v usloviyah Pskovskoj oblasti // Innovacionnye tekhnologii dlya APK yuga Rossii: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 55-letiyu obrazovaniya Adygejskogo NIISKH (s mezhdunarodnym uchastiem). Majkop, 21–23 sentyabrya 2016 g. S. 293–297.

Сведения об авторах:

Т. С. Самойлова^{1✉}, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В. А. Чучунов², кандидат биологических наук, доцент;

Е. П. Зинин^{3✉}, главный технолог по птицеводству;

А. О. Серединцев⁴, заместитель главного технолога по птицеводству;

А. А. Зинина⁵, ветеринарно-санитарный врач

^{1,2}ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, просп. Университетский 26, Волгоград, Россия, 400002;

^{3,4,5}АО «Птицефабрика Краснодарская», рабочий поселок Иловля, Волгоградская область, Россия, 403071

¹kolobova2802@mail.ru;

³zootexnia@mail.ru

Original article

ADVANTAGES OF STYROFOAM BEE HIVES OVER WOODEN ONES

Tatiana S. Samoylova^{1✉}, Vasily A. Chuchunov², Evgeny P. Zinin^{3✉}, Alexey O. Seredintsev⁴, Anastasia A. Zinina⁵

^{1,2}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia;

^{3,4,5}JSC "Krasnodon Poultry Farm", Ilovlya, Volgograd region, Russia

¹kolobova2802@mail.ru;

³zootexnia@mail.ru

Abstract. *The productivity of bee colonies in the apiary largely depends on the management conditions. The aim of the research was to compare the efficiency of keeping bees in styrofoam and wooden hives in the nomadic apiaries of the Volgograd region. During the experiment the indicators of the growth of the bee family, the intensity of oviposition by the female bee, the strength of the family, honey productivity were studied; after the completion of the research, a comparative economic assessment of honey production of bees kept in wooden hives and styrofoam hives was given. Spring growth was better in families kept in styrofoam hives, they also accumulated a large bee mass faster, the bees had organized stronger families by the winter, the difference in the number of fully incubated frames was 0.9 of a frame. The daily oviposition by the female bee was also higher in styrofoam hives. Assessing the families for honey productivity, it was noted that bees in styrofoam hives brought more gross honey by 10.1 kg. According to the results of the work of bee colonies for the season, the profit per 1 family in styrofoam hives amounted to 3462.5 rubles, while in wooden hives it was at the level of 2197.8. The difference in the level of profitability of honey production in hives made of different materials was 16.12%.*

Key words: *beehive; styrofoam; honey productivity; economic efficiency.*

For citation: *Samoylova T. S., Chuchunov V. A., Zinin E. P., Seredintsev A. O., Zinina A. A. Advantages of styrofoam bee hives over wooden ones. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022; 2 (70): 33-40 (in Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_33.*

Authors:**T. S. Samoylova**¹✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;**V. A. Chuchunov**², Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;**E. P. Zinin**³✉, Chief Poultry Technologist;**A. O. Seredintsev**⁴, Deputy Chief Poultry Technologist;**A. A. Zinina**⁵, veterinary and sanitary doctor^{1,2}Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetsky avenue,

Volgograd, Russia, 400002;

^{3,4,5}JSC "Krasnodon Poultry Farm", Ilovlya, Volgograd region, Russia, 403071¹kolobova2802@mail.ru;³zootexnia@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 03.06.2022; одобрена после рецензирования 13.06.2022;

принята к публикации 15.06.2022.

The article was submitted 03.06.2022; approved after reviewing 13.06.2022;

accepted for publication 15.06.2022.

Научная статья

УДК 636.2.082.252

DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_40

ВЛИЯНИЕ ИНБРИДИНГА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ КОРОВ

Юдин Виталий Маратович¹✉, Тучкова Ульяна Михайловна²,
Васильева Марина Ивановна³, Мануров Ильгиз Минзагитович⁴,
Хохлов Владимир Вячеславович⁵^{1,2,3}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, Ижевск, Россия;⁴ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, Казань, Россия;⁵ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, Пермь, Россия¹vitaliyudin@yandex.ru

Аннотация. Инбридинг – один из важных приемов, используемых для консолидации наследственных свойств животных. В этой связи была поставлена цель изучить влияние применения инбридинга на показатели продуктивного долголетия коров. Исследования проводились в стаде крупного рогатого скота племенного завода АО «Восход» Шарканского района Удмуртской Республики. Материалом исследований служили данные зоотехнического и племенного учета. Результаты исследований позволили выявить, что по пожизненному удою аутбредные сверстницы достоверно превосходят инбредных коров на 4265,8 кг, или 22,7 %, а также инбредные коровы уступают аутбредным полусестрам на 2307,5 кг, или 13,7 %. Выход молочного жира у аутбредных сестер и полусестер достоверно превосходит выход молочного жира у инбредных коров на 153,5 кг, или 21,6 %. С повышением степени инбридинга наблюдается снижение всех показателей продуктивного долголетия. Так, пожизненный удои снижается с 16091,5 кг при отдаленном инбридинге до 13185,8 кг при близком. В среднем возраст в лактациях выше у аутбредных сверстниц – 3,8 лактации. По наивысшему уровню пожизненной продуктивности свыше 30001 кг показатели невысокие, так количество инбредных коров составило 5,5 %.

Ключевые слова: инбридинг, аутбридинг, продуктивное долголетие, племенной подбор, степень инбридинга.

Для цитирования: Влияние инбридинга на показатели продуктивного долголетия коров / В. М. Юдин, У. М. Тучкова, М. И. Васильева [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 40-48. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_40.

Актуальность. Родственное спаривание на сегодняшний день остается важным приемом для закрепления используемых хозяйственно полезных признаков животных, а также создания новых и улучшения разводимых пород, внутривидовых типов и линий. Приобретенный на сегодняшний день уровень знаний о генетической сущности и биологической значимости инбредной депрессии не дает полного прогноза вероятных последствий, однако все же обеспечивает возможность правильного его использования в практике селекции животных при чистопородном разведении и создании линий, отдельных выдающихся животных, внутривидовых типов, а также повышении продуктивности животных за счет эффекта гетерозиса при поляризации в генотипе животных [6].

Цель исследования: изучить влияние инбридинга на показатели продуктивного долголетия коров.

Задачи исследования:

- изучить влияние инбридинга на продуктивные и воспроизводительные качества коров;
- проанализировать влияние различных степеней инбридинга на продуктивное долголетие коров.

Материал и методы. Исследования проводились в стаде крупного рогатого скота племенного завода АО «Восход» Шарканского района Удмуртской Республики. Материалом исследований служили данные зоотехнического и племенного учета. Среди изучаемого поголовья были выделены дочери быков-производителей, полученные при использовании родственного и неродственного спаривания, группы были сформированы по методу дочери-полусибсы. Инбредные особи классифицировались в зависимости от степени и типов инбридинга. Степень инбридинга определялась согласно методу Пуша – Шапоруша и коэффициента инбридинга по формуле Райта – Кисловского [2, 4].

Результаты исследований. В таблице 1 представлены показатели пожизненной продуктивности аутбредных сверстниц и полусестер в сравнении с инбредными животными.

Анализ признаков долголетия коров выявил, что средний возраст в лактациях аутбредных сверстниц и полусестер выше, чем у инбредных коров на 0,7 и 0,3 лактации соответственно.

Таблица 1 – Показатели продуктивного долголетия коров

Показатель	Метод подбора		
	аутбридинг		инбридинг
	сверстницы	полусибсы	
n	101	94	91
Возраст			
первого отела, мес.	28,2 ± 0,4*	27,6 ± 0,3	27,2 ± 0,3
в лактациях	3,8 ± 0,2*	3,4 ± 0,2	3,1 ± 0,2
лет	6,2 ± 0,2**	5,6 ± 0,2	5,4 ± 0,2
Продуктивность			
1-я лактация, кг	4921,1 ± 109,3	4751,9 ± 106,6	4705,4 ± 108,8
в среднем за ряд лактаций, кг	5239,5 ± 98,7	5061,8 ± 100,2	5135,2 ± 111,9
наивысшая лактация, кг	5847,3 ± 120,1	5577,2 ± 118,4	5661,5 ± 139,3
дойные дни	1134,7 ± 44,4**	972,3 ± 43,8	918,4 ± 51,7
удой пожизненный, кг	18 829,5 ± 1017,1**	16 871,2 ± 1031,0	14 563,7 ± 923,3
жир пожизненный, кг	711,4 ± 38,7**	639,7 ± 39,6	557,9 ± 35,8
удой на 1 день лактации, кг	16,0 ± 0,4*	16,5 ± 0,5*	15,3 ± 0,3
удой на 1 день жизни, кг	7,9 ± 0,3*	7,8 ± 0,3*	7,0 ± 0,3

Примечание: * P ≥ 0,95; ** P ≥ 0,99.

Проводя анализ молочной продуктивности, отмечаем, что по 1-й лактации и в среднем за ряд лактаций удой аутбредных сестер и полусестер отличается в незначительной степени, от удоя инбредных коров на 215,7 кг (4,4 %) и 46,5 кг (1 %) соответственно.

Удой по максимальной лактации выше у аутбредных сестер в сравнении с инбредными на 3,2 %, а удой аутбредных полусестер меньше, чем у инбредных коров на 84,3 кг (1,5 %). По пожизненному удою аутбредные сверстницы достоверно превосходят инбредных коров на 4265,8 кг, или 22,7 % ($P \geq 0,99$), а также инбредные коровы уступают аутбредным полусестрам на 2307,5 кг, или 13,7 %. Выход молочного жира аутбредных сестер и полусестер достоверно превосходит выход молочного жира инбредных коров на 153,5 кг, или 21,6 % ($P \geq 0,99$), и 81,8 кг, или 12,8 % ($P \geq 0,99$). Удой на 1-й день лактации у инбредных особей оказался меньше, чем удой аутбредных сестер и полусестер на 0,7 кг (4,4 %) и 1,2 кг (7,3 %).

Пожизненная продуктивность коров с точки зрения селекции является сложным полигенным признаком и характеризуется относительно невысокой наследуемостью, ограничивающей возможности массовой селекции [4].

Известно, что действие инбридинга связано с изменением генотипа популяции: уменьшается число гетерозигот и увеличивается число

гомозигот. При этом повышается консолидация наследственных свойств, животные с такой наследственностью полнее и надежнее передают свои признаки потомству. В этом случае инбридинг выступает как положительный эффект селекции. Однако в гомозиготное состояние переходят как полезные, так и вредные для организма гены. Поэтому с увеличением степени инбредности в популяции рано или поздно возникает эффект инбредной депрессии [4].

Оценка влияния на пожизненную продуктивность коров различных степеней инбридинга представлена в таблице 2.

С повышением степени инбридинга наблюдается снижение всех показателей продуктивного долголетия. Так, пожизненный удой снижается с 16091,5 кг при отдаленном инбридинге до 13185, 8 кг при близком. Следует отметить, что пожизненный удой, полученный от коров при отдаленном и умеренном инбридинге, оказался выше среднего показателя на 9,5 и 5,1 % соответственно. По пожизненному жиру также наблюдается снижение показателей. При отдаленном инбридинге пожизненный жир составлял 619,6 кг, при умеренном – 589,4 кг и при близком – 499,1 кг. Средний возраст в лактациях составляет 3,1 лактации.

В таблице 3 представлены результаты оценки распределения коров по уровню пожизненной продуктивности.

Таблица 2 – Продуктивное долголетие коров в зависимости от степени инбридинга

Степень инбридинга	n	Удой пожизненный, кг	Жир пожизненный, кг	Возраст в лактациях
В среднем	91	14563,7 ± 923,3	557,9 ± 35,8	3,1 ± 0,2
в том числе тесный	7	13042,1 ± 3365,8	506,5 ± 129,7	2,9 ± 0,5
близкий	28	13185,8 ± 1581,4	499,1 ± 60,6	3,2 ± 0,3
умеренный	49	15334,8 ± 1360,9	589,4 ± 53,2	3,1 ± 0,2
отдаленный	7	16091,5 ± 2395,8	619,6 ± 90,5	2,8 ± 0,3

Таблица 3 – Распределение коров по уровню пожизненной продуктивности

Уровень пожизненной продуктивности, кг	n	Пожизненный удой, кг	Жир пожизненный, кг	Возраст в лактациях
Инбридинг				
В среднем	91	14563,7 ± 923,3	557,9 ± 35,8	3,1 ± 0,2
до 10000	36	6376,8 ± 327	241,8 ± 12,9	1,9 ± 0,1*
10001–15000	17	12951,4 ± 361,9	495,0 ± 15,3*	3,0 ± 0,1
15001–20000	14	16962,5 ± 326,2	643,3 ± 15,6	3,5 ± 0,1

Окончание таблицы 3

Уровень пожизненной продуктивности, кг	n	Пожизненный удой, кг	Жир пожизненный, кг	Возраст в лактациях
20001–25000	12	22042,1 ± 431,8	849,8 ± 17,8	3,8 ± 0,2
25001–30000	7	27543,4 ± 336,2	1068,1 ± 18,1	4,7 ± 0,4
Свыше 30001	5	36155,0 ± 1491,2	1393,3 ± 45,7	6,6 ± 0,7
Аутбридинг (сверстницы)				
В среднем	101	18829,5 ± 1017,1**	711,4 ± 38,7**	3,8 ± 0,2*
до 10000	23	6598,1 ± 429,9	247,3 ± 16,8	2,0 ± 0,1**
10001–15000	16	12149,8 ± 286,7	452,3 ± 11,7	2,9 ± 0,1
15001–20000	20	17749,2 ± 278,9	668,7 ± 11,9	3,9 ± 0,2
20001–25000	16	22871,3 ± 419,8	867,0 ± 19,1	4,0 ± 0,2
25001–30000	13	27634,2 ± 411,0	1049,3 ± 17,2	5,2 ± 0,2
Свыше 30001	13	36574 ± 2113,0	1387,8 ± 73,8	6,2 ± 0,5
Аутбридинг (полусибсы)				
В среднем	94	16871,2 ± 1031,0	639,7 ± 39,6	3,4 ± 0,2
до 10000	30	6328,6 ± 366,7	238,6 ± 14,3	1,7 ± 0,1
10001–15000	17	12151,5 ± 354,0	458,1 ± 12,3	2,9 ± 0,1
15001–20000	13	17902,9 ± 478,4	676,7 ± 17,3	3,7 ± 0,3
20001–25000	11	22421,4 ± 515,3	850,8 ± 17,8	4,4 ± 0,4
25001–30000	14	27931 ± 380,9	1047,4 ± 19,5	5,2 ± 0,2
Свыше 30001	9	35450,2 ± 1516,8	1374,2 ± 62,7	5,9 ± 0,6

Примечание: * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$.

Анализируя данные возраста в лактациях, видим, что наибольший возраст в лактациях наблюдается у инбредных животных с уровнем пожизненной продуктивности свыше 30001 кг, и он составляет 6,6 лактации, что на 0,4 и 0,7 больше, чем у аутбредных сверстниц и полусибсов соответственно. В среднем возраст в лактациях выше у аутбредных сверстниц – 3,8 лактации. По наивысшему уровню пожизненной продуктивности свыше 30 001 кг показатели невысокие, так, количество инбредных коров составило 5,5 %. Процент аутбредных сверстниц по уровню пожизненной продуктивности свыше 30 001 кг составил 12,9 % и полусибсов – 9,6 %.

Зависимость пожизненного удоя от уровня пожизненной продуктивности представлена на рисунке 1.

Анализ продуктивности показал, что наибольшее количество коров выявлено с уровнем пожизненной продуктивности до 10 000 кг. У инбредных коров это количество составило 36 голов, или 39,6 %, у аутбредных сверстниц и полусибсов – 22,8 и 31,9 % соответственно. Средним показателем является уровень пожиз-

ненной продуктивности от 10 001 до 15 000 кг, количество инбредных коров с таким показателем составило 18,1 %, у аутбредных сверстниц и полусибсов – 15,8 и 18,1 % соответственно.

Влияние уровня пожизненной продуктивности на производство молочного жира представлено на рисунке 2.

Анализируя данные производства молочного жира, можно сказать, что показатели между группами животных сильно не отличаются. С увеличением уровня пожизненной продуктивности идет увеличение показателей пожизненного жира.

Наибольшее количество инбредных животных наблюдается с уровнем пожизненной продуктивности до 10 000 кг – 36 голов, или 39,5 %. У аутбредных сверстниц и полусибсов с аналогичным уровнем продуктивности количество животных составляет 23 (22,8 %) и 30 (31,9 %) голов соответственно.

Одним из них факторов, определяющих продуктивное долголетие, является уровень продуктивности коровы по 1-й лактации. В большинстве случаев связь между этими признаками оказывается отрицательной [2].

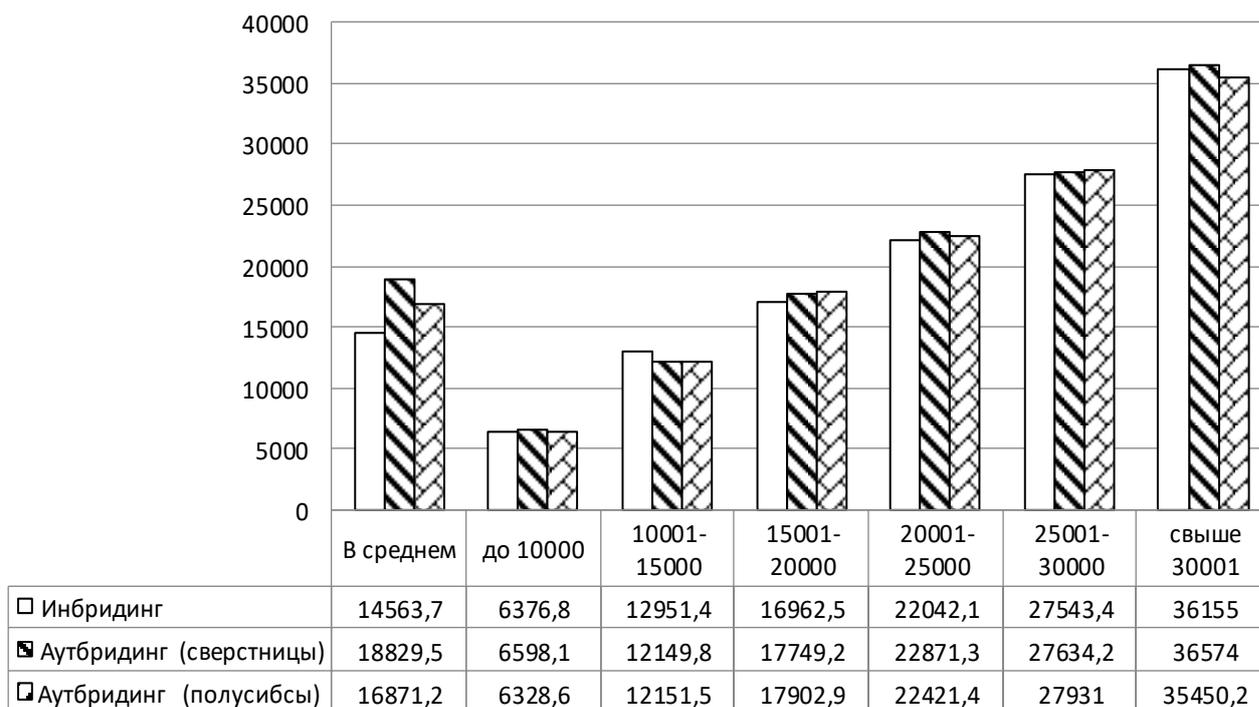


Рисунок 1 – Зависимость пожизненного удоя от уровня пожизненной продуктивности

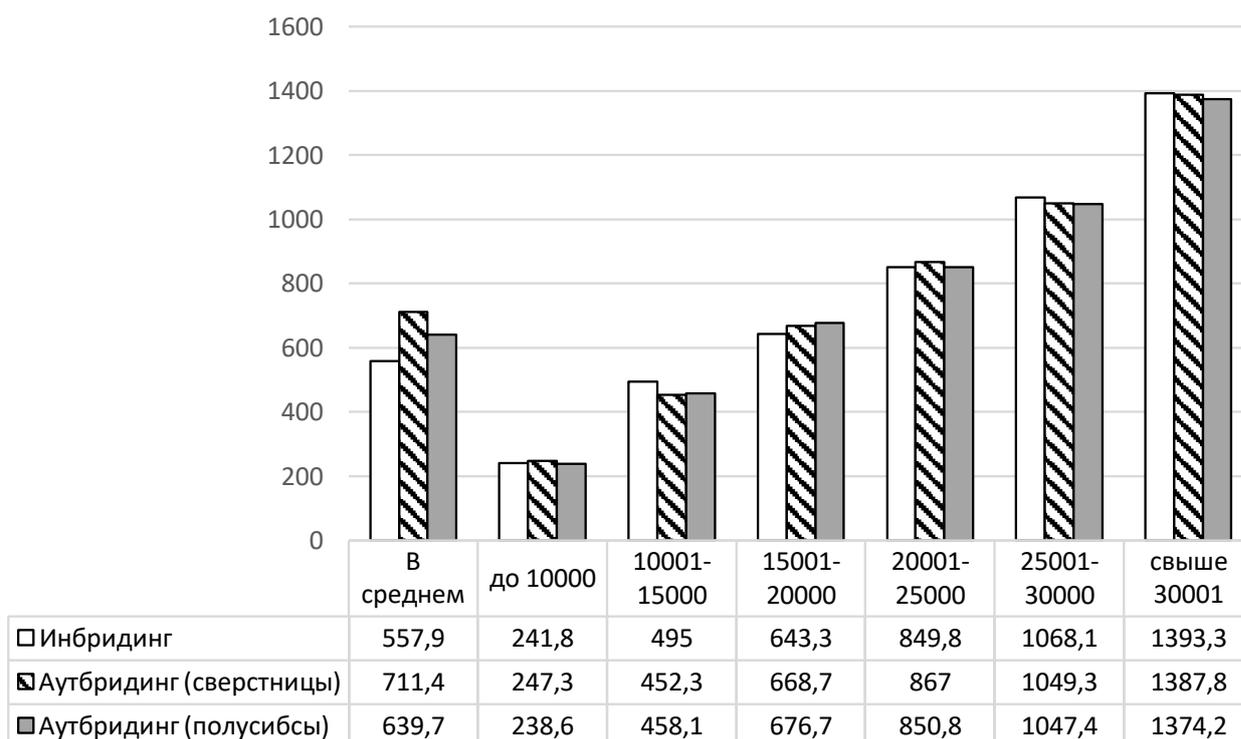


Рисунок 2 – Зависимость производства молочного жира от уровня пожизненной продуктивности

В таблице 4 представлены данные о влиянии инбридинга на молочную продуктивность коров. Большинство коров рекордной молочной продуктивности получено в результате использования аутбредного подбора, в частности аутбредных сверстниц (12 голов), число

аутбредных полусибсов составило 9 голов и инбредных коров лишь 5 голов.

Анализ данных таблицы 4 показал, что среди инбредных животных по уровню пожизненной продуктивности отличилась корова по кличке Крутая 518, ее пожизненный удой

Таблица 4 – Влияние инбридинга на молочную продуктивность коров

Кличка	Инв. номер	Дойные дни	Удой пожизненный, кг	Жир пожизненный, кг	Возраст в лактациях	Удой за 305 макс.	МДЖ макс., %
Инбридинг							
Крутая	518	1986	39059	1515,5	5	8563	4,04
Соя	484	2021	38409	1451,9	6	7034	4,1
Кулиса	515	2951	38272	1423,7	9	5675	3,74
Низина	520	2042	32613	1294,7	7	5969	4,04
Нагайка	553	2017	32422	1280,7	6	6479	3,98
Аутбридинг (сверстницы)							
Забияка	693	1967	56212	2051,7	11	6169	3,73
Икра	1339	1856	46345	1733,3	8	6792	4,11
Тьма	435	2269	41263	1576,2	6	7160	3,81
Завидная	1779	1883	38275	1469,8	5	7233	3,9
Кедра	1877	1637	36398	1383,1	6	7870	3,85
Тряска	460	1808	36345	1384,7	6	7842	4,04
Марена	1289	1936	33748	1299,3	6	7458	3,92
Всадница	1882	1543	32874	1242,6	6	7245	3,93
Кафедра	1686	1852	32015	1229,4	5	6341	4,11
Весна	1875	1826	30649	1176,9	6	5878	3,98
Майка	1516	1424	30594	1144,2	5	7238	3,94
Зажимка	1873	1553	30095	1173,7	5	7457	3,97
Аутбридинг (полусибсы)							
Инга	272	1337	44005	1746,9	9	7030	3,95
Сирень	411	1577	41984	1641,6	6	7062	3,95
Лакомка	1205	1498	36841	1374,2	7	6134	4,04
Зоя	9	1195	33508	1263,3	7	6166	3,7
Лосиха	1774	1330	33359	1314,3	5	7168	3,9
11835	1901	1567	32764	1231,9	5	7716	3,82
Лимона	535	1573	32552	1285,8	6	5977	3,94
3244	1653	1563	32543	1262,7	2	8252	3,91
41470	467	1686	31496	1247,2	6	6037	3,92

составил 39059 кг, удой за 305 дней лактации максимальный – 8563 кг, массовая доля жира составила 4,04 %.

По продуктивному долголетию отличилась корова Кулиса 515, ее возраст составил 9 лактаций. Среди аутбредных сверстниц следует отметить корову Забияка 693, ее пожизненный удой составил 56212 кг, возраст

в лактациях – 11 лактаций, массовая доля жира равнялась 3,73 %.

Наивысший максимальный удой за 305 дней наблюдался у коровы Кедрa 1877. У аутбредных полусибсов с большим пожизненным удоом была корова Инга 272 – 44005 кг, продуктивное долголетие составило 9 лактаций, массовая доля жира 3,95 %. Наименьший воз-

раст в лактациях был у коровы 3244 и составлял лишь 2 лактации.

Заключение. Подводя итог по данным проведенного анализа, отмечаем, что при ведении селекционно-племенной работы можно не только увидеть хорошие результаты в плане динамики последовательного раздоя коров в первые годы продуктивной жизни, но и в перспективе получить высокую пожизненную продуктивность и то количество лактаций и отелов, которые будут обеспечивать продолжение и развитие стада.

Список источников

1. Азимова Г. В. Влияние генетических факторов на белковомолочность коров черно-пестрой породы // *Аграрная Россия*. 2018. № 12. С. 31–35.

2. Виноградова Н. Д., Падерина Р. В. Продолжительность использования молочных коров в зависимости от интенсивности роста и продуктивности в первую лактацию // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2015. № 40. С. 82–86.

3. Кузякина Л. И. Влияние инбридинга на хозяйственные признаки в молочном скотоводстве // *Вестник Вятской ГСХА*. 2021. № 2(8). С. 6.

4. Любимов А. И., Мартынова Е. Н., Ачкасова Е. В. Оценка реализации генетического потенциала быков-производителей // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2019. № 4 (52). С. 86–90.

5. Москаленко Л., Коновалов А. Влияние инбридинга на пожизненную продуктивность коров Ярославской породы // *Молочное и мясное скотоводство*. 2009. № 2. С. 12–13.

6. Рудишина Н. М., Штырева И. В. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста первого осеменения и уровня удоя за первую лактацию // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2016. Т. 11. № 4 (42). С. 39–43.

7. Свяженина М. А. Влияние инбридинга на продуктивные качества скота голштинской породы // *Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры технологии производства и переработки продуктов животноводства и 55-летию кафедры иностранных языков, Тюмень, 25 апреля 2019 года*. Тюмень: ФГБОУ ВО «Государственный

аграрный университет Северного Зауралья», 2019. С. 46–50.

8. Шендаков А. И., Шендакова Т. А. Анализ распространения инбридинга в стадах черно-пестрого и голштинского скота Орловской области // *Биология в сельском хозяйстве*. 2020. № 1 (26). С. 9–14.

9. Ярышкин А. А. Зависимость продуктивного долголетия коров от полиморфизма гена соматотропина // *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2020. № 1 (45). С. 9–11.

10. Studying the Factors Affecting the State of Cattle Hoof Horn / T. Babintseva, E. Mikheeva, A. Shishkin [and other]. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020. Vol. 8. Special Issue 3. P. 11–17.

11. Wright S. Coefficients of inbreeding and relationship // *American Naturalist*. 1922. № 56. P. 330–338.

References

1. Azimova G. V. Vliyanie geneticheskikh faktorov na belkovomolochnost' korov cherno-pestroj porody // *Agrarnaya Rossiya*. 2018. № 12. S. 31–35.

2. Vinogradova N. D., Paderina R. V. Prodolzhitel'nost' ispol'zovaniya molochnyh korov v zavisimosti ot intensivnosti rosta i produktivnosti v pervuyu laktaciyu // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 40. S. 82–86.

3. Kuzyakina L. I. Vliyanie inbridinga na hozyajstvennye priznaki v molochnom skotovodstve // *Vestnik Vyatskoj GSKHA*. 2021. № 2 (8). S. 6.

4. Lyubimov A. I., Martynova E. N., Achkasova E. V. Ocenka realizacii geneticheskogo potenciala bykov-proizvoditelej // *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 4 (52). S. 86–90.

5. Moskalenko L., Kononov A. Vliyanie inbridinga na pozhiznennuyu produktivnost' korov Yaroslavskoj porody // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2009. № 2. S. 12–13.

6. Rudishina N. M., SHtyreva I. V. Produktivnoe dolgoletie korov cherno-pestroj porody v zavisimosti ot vozrasta pervogo osemneniya i urovnya udoya za pervuyu laktaciyu // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. T. 11. № 4 (42). S. 39–43.

7. Svyazhenina M. A. Vliyanie inbridinga na produktivnye kachestva skota golshtinskoj porody // *Sovremennye napravleniya razvitiya nauki v zhivotnovodstve i veterinarnej medicine: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 60-letiyu kafedry tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktov zhivotnovodstva i 55-letiyu*

кафедры иностранных языков, Тюмень, 25 апреля 2019 года. Тюмень: ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зуралья», 2019. С. 46–50.

8. SHendakov A. I., SHendakova T. A. Analiz rasprostraneniya inbridinga v stadah cherno-pestrogo i golshtinskogo skota Orlovskoy oblasti // *Biologiya v sel'skom hozyajstve*. 2020. № 1 (26). S. 9–14.

9. Yaryshkin A. A. Zavisimost' produktivnogo dolgoletiya korov ot polimorfizma gena somatotropina

// *Aktual'nye voprosy veterinarnoy biologii*. 2020. № 1 (45). S. 9–11.

10. Studying the Factors Affecting the State of Cattle Hoof Horn / T. Babintseva, E. Mikheeva, A. Shishkin [and other]. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020. Vol. 8. Special Issue 3. P. 11–17.

11. Wright S. Coefficients of inbreeding and relationship // *American Naturalist*. 1922. № 56. P. 330–338.

Сведения об авторах:

В. М. Юдин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

У. М. Тучкова², студент магистратуры;

М. И. Васильева³, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

И. М. Мануров⁴, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В. В. Хохлов⁵, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель начальника кафедры зоотехнии

^{1,2,3}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая 11, Ижевск, Россия, 426069;

⁴ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, ул. К. Маркса 65, Казань, Россия, 420015;

⁵ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, ул. Карпинского 125, Пермь, Россия, 614012

¹vitaliyudin@yandex.ru

Original article

THE EFFECT OF INBREEDING ON INDICATORS OF PRODUCTIVE LONGEVITY OF COWS

Vitaliy M. Yudin¹, Ulyana M. Tuchkova², Marina I. Vasilyeva³, Ilgiz M. Manurov⁴, Vladimir V. Khokhlov⁵

^{1,2,3}Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

⁴Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

⁵Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Perm, Russia

¹vitaliyudin@yandex.ru

Abstract. *Inbreeding is one of the significant techniques applied to consolidate the hereditary features of animals. In this regard, the aim was to study the effect of inbreeding on the indicators of productive longevity of cows. The studies were carried out in a herd of cattle of the breeding plant JSC "Voskhod" of the Sharskoy district of the Udmurt Republic. The research material was the data of zootechnical and breeding records. The results of the research have revealed that outbred female herdmates significantly outperform inbred cows by 4265.8 kg, or 22.7% in terms of lifetime milk yield, and inbred cows are inferior to outbred half-sisters by 2307.5 kg, or 13.7%. The yield of milk fat of outbred sisters and half-sisters truly exceeds the yield of milk fat of inbred cows by 153.5 kg, or 21.6%. The level of inbreeding increasing, a decrease in all indicators of productive longevity is observed. Thus, lifetime milk yield decreases from 16091.5 kg with remote inbreeding to 13185.8 kg with close inbreeding. On average, the age in lactations is higher in outbred herdmates – 3.8 lactations. As for the highest level of lifetime productivity over 30,001 kg, the indicators are low, the number of inbred cows was 5.5%.*

Key words: *inbreeding, outbreeding, productive longevity, breeding selection, level of inbreeding.*

For citation: Yudin V. M., Tuchkova U. M., Vasilyeva M. I., Manurov I. M., Khokhlov V. V. The effect of inbreeding on indicators of productive longevity of cows. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2022; 2 (70): 40-48 (in Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_40.

Authors:

V. M. Yudin^{1✉}, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

U. M. Tuchkova², Master student;

M. I. Vasilyeva³, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

I. M. Manurov⁴, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

V. V. Khokhlov⁵, Candidate of Agricultural Sciences,
Deputy Head of the Department of Animal Science

^{1,2,3}Izhevsk State Agricultural Academy, 11 Studencheskya St., Izhevsk, Russia, 426069;

⁴Kazan State Agrarian University, 65 K. Marx St., Kazan, Russia, 420015;

⁵Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, 125 Karpinsky St.,
Perm, Russia, 614012

¹vitaliyudin@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 17.06.2022; одобрена после рецензирования 17.06.2022;
принята к публикации 20.06.2022.

The article was received by the editors 17.06.2022; approved after peer review 17.06.2022;
accepted for publication 20.06.2022.

РАСЧЕТ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОНКОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS MECHANICAL

Волков Кирилл Георгиевич¹, Ипатов Алексей Геннадьевич²✉

^{1,2}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, Ижевск, Россия

²ipatow.al@yandex.ru

Аннотация. Разработка новых покрытий в области машиностроения и ремонтного производства является долгим, сложным и дорогостоящим процессом. При определении исходных свойств материалов покрытия целесообразным является выполнение предварительных расчетов на прочность и долговечность. Данные меры позволяют в значительной мере снизить дорогостоящие экспериментальные исследования и определить целесообразность дальнейших работ в выбранном направлении. Целью работы является выполнение численного моделирования долговечности тонкого функционального керамического покрытия для рабочей поверхности тарелок клапанов газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания. В работе рассмотрен клапан газораспределительного механизма с тонким керамическим защитным покрытием. Расчеты проводились в программной среде ANSYS Mechanical с использованием модуля Static Structural. Результатами расчетов являются напряжения, действующие на клапан и рабочую фаску в частности, усталостная долговечность покрытия. По полученным данным сделан вывод о целесообразности использования рассматриваемого покрытия. Значение максимальных напряжений в фаске клапана меньше допустимого более чем в 2 раза; деформации покрытия и клапана имеют соизмеримые значения; усталостная долговечность составляет 35×10^6 циклов.

Ключевые слова: керамическое покрытие; рабочая фаска клапана; газораспределительный механизм; двигатель внутреннего сгорания; усталостная долговечность; численное моделирование; ANSYS mechanical.

Для цитирования: Волков К. Г., Ипатов А. Г. Расчет долговечности тонкого функционального керамического покрытия с использованием программного комплекса ANSYS Mechanical // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 49-54. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_49.

Актуальность. В сфере машиностроения и ремонтного производства используется большое количество деталей, которые обладают тонкими покрытиями различного назначения. Среди них также можно выделить функциональные керамические покрытия. На сегодняшний день данные покрытия находят все большее применение.

Например, в [1–4] описаны материалы, обладающие низким коэффициентом трения, высокой твердостью, высокой термостойкостью. Они могут применяться для широкого спектра деталей машин. Однако разработка и создание покрытий на основе описанных материалов является долгим и дорогостоящим процессом. Поэтому целесообразным является выполнение предварительных расчетов, компьютерного моделирования.

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является выполнение численного мо-

делирования долговечности тонкого функционального керамического покрытия для рабочей поверхности тарелок клапанов газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбран выпускной клапан газораспределительного механизма двигателя Д-243 с рабочей фаской, модифицированной керамическим покрытием. Эскиз данного клапана представлен на рисунке 1 [5].

В качестве материала рабочей фаски клапана выбрана порошковая композиция на основе никеля с керамическими и металлокерамическими легирующими элементами. Данное покрытие обладает расчетным пределом прочности 1700 МПа, микротвердостью 5,2...5,5 ГПа, коэффициентом граничного трения 0,12...0,13. Более подробно характеристики данного материала описаны в работах [6–8].

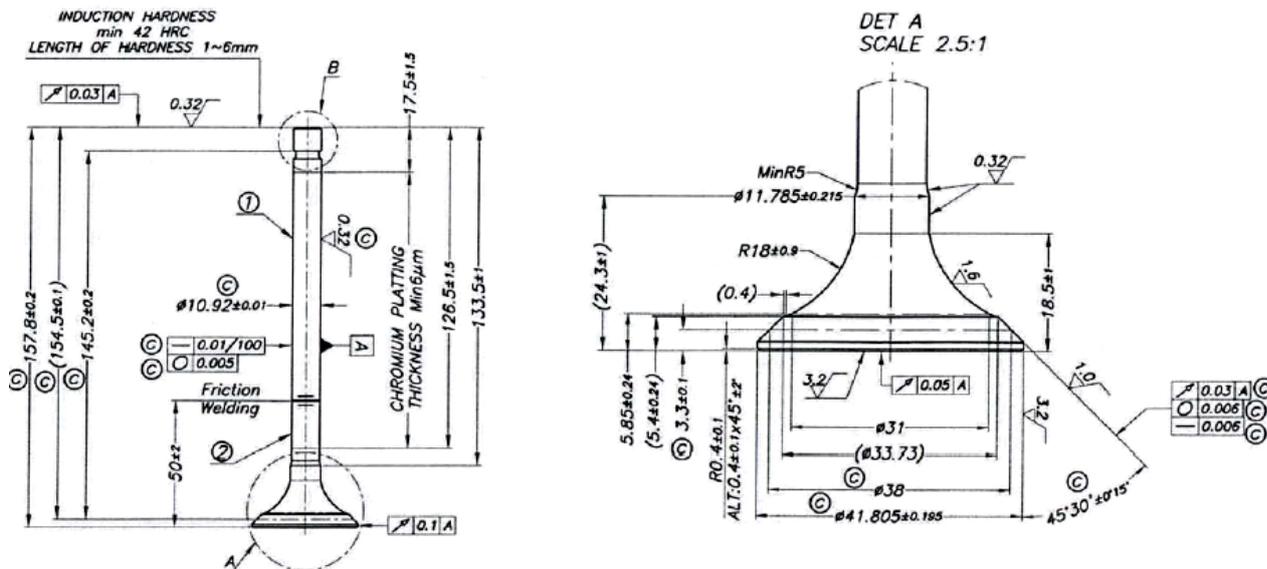


Рисунок 1 – Эскиз выпускного клапана двигателя Д-243

Расчет долговечности выполнялся методом конечных элементов. В качестве программной среды для работы был выбран пакет ANSYS Mechanical. Расчет был выполнен в 2 этапа: первый этап заключался в определении напряжений под действием статических сил и температуры, второй – в определении долговечности покрытия. Первый этап выполнен с использованием модуля Static Structural, второй – с использованием надстройки Fatigue. На рисунке 2 приведена расчетная схема.

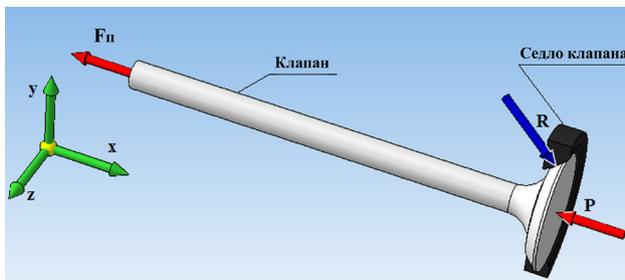


Рисунок 2 – Расчетная схема:
 F_n – усилие пружины, Н; P – давление, МПа;
 R – реакция опоры, Н

На торец стержня клапана действует усилие, созданное пружиной клапанного механизма, которое определяется как

$$F_n = \frac{G \times d_n^4 \times f}{8 \times n \times D_n^3}, \quad (1)$$

где G – модуль сдвига, Н/м²;

d_n – диаметр проволоки, м;

f – деформация пружины, м;

n – число рабочих витков;

D_n – средний диаметр пружины, м.

Согласно проведенным расчетам и исследованиям применены следующие граничные условия:

- 1) усилие пружины, приложенное к торцу стержня клапана $F_n = 222$ Н;
- 2) на торец тарелки клапана воздействует давление $P = 2$ МПа;
- 3) на торец тарелки клапана постоянно воздействует температура $t = 700$ °С;
- 4) под действием силы прижатия пружины и давления, действующего на торец головки клапана, в сопряжении «клапан-седло» возникает реакция опоры R .

Для выполнения расчета методом конечных элементов данная модель была разбита на тетраэдрические элементарные объемы. Изображение расчетной модели приведено на рисунке 3.

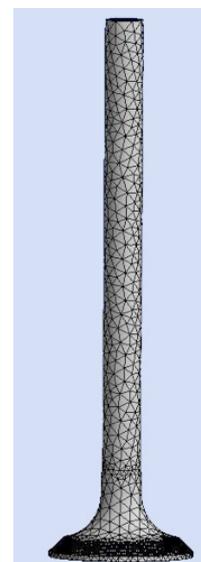


Рисунок 3 – Расчетная модель

Как видно на рисунке 3, в зоне тонкого покрытия выполнено сгущение расчетной сетки. Это необходимо для адекватного расчета покрытия и зоны контакта покрытия с клапаном. Толщина покрытия равна 40 мкм.

Результатом статического расчета является определение напряжений в каждой узловой точке модели. Расчет проводится численным интегрированием в узловых точках сетки с определением напряжений в трех направлениях (x, y, z). Для оценки прочности рассматриваемого объекта применена теория фон Мизеса [9]:

$$\sigma_{np} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2}. \quad (2)$$

Влияние температурного фона на работу клапана зависит от температурных полей внутри исследуемого объекта. В свою очередь данное температурное поле вызывает термические напряжения:

$$\sigma_t = E \frac{\varepsilon - \alpha t}{1 - 2\mu}, \quad (3)$$

где E – модуль упругости, МПа;

α – коэффициент теплового расширения, K^{-1} ;

t – температура, K;

μ – коэффициент Пуассона.

Для оценки прочности покрытия производится сравнение суммарного значения напряжений с допускаемым:

$$\sigma_{\Sigma} = |\sigma_{np} + \sigma_t| \leq [\sigma], \quad (4)$$

где $[\sigma] = 850$ МПа.

Затем производится анализ усталостной прочности, зависящий от полученных напряжений. При расчете задается циклическое изменение механических напряжений от 0 до максимального значения.

Связь напряжений и долговечности имеет вид [10]:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{2} = \frac{\sigma'_f}{E} (2N_f)^b + \varepsilon'_f (2N_f)^c, \quad (5)$$

где σ'_f – коэффициент усталостной прочности;

N_f – количество циклов до отказа;

b – показатель усталостной прочности (показатель Басквина);

ε'_f – коэффициент усталостной пластичности;

c – показатель усталостной пластичности;

$\frac{\Delta\varepsilon}{2}$ – амплитуда общей деформации.

$$\Delta\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{E} + 2\left(\frac{\Delta\sigma}{2K'}\right)^{\frac{1}{n'}}, \quad (6)$$

где $\Delta\sigma$ – двойная амплитуда напряжений, МПа;

K' – коэффициент циклической прочности;

n' – показатель циклического деформационного упрочнения.

Результаты исследований. В результате статического расчета были определены напряжения и деформации клапана с покрытием под действием нагрузок и высокой температуры. Графическое отображение напряжений, действующих на клапан, приведено на рисунке 4.

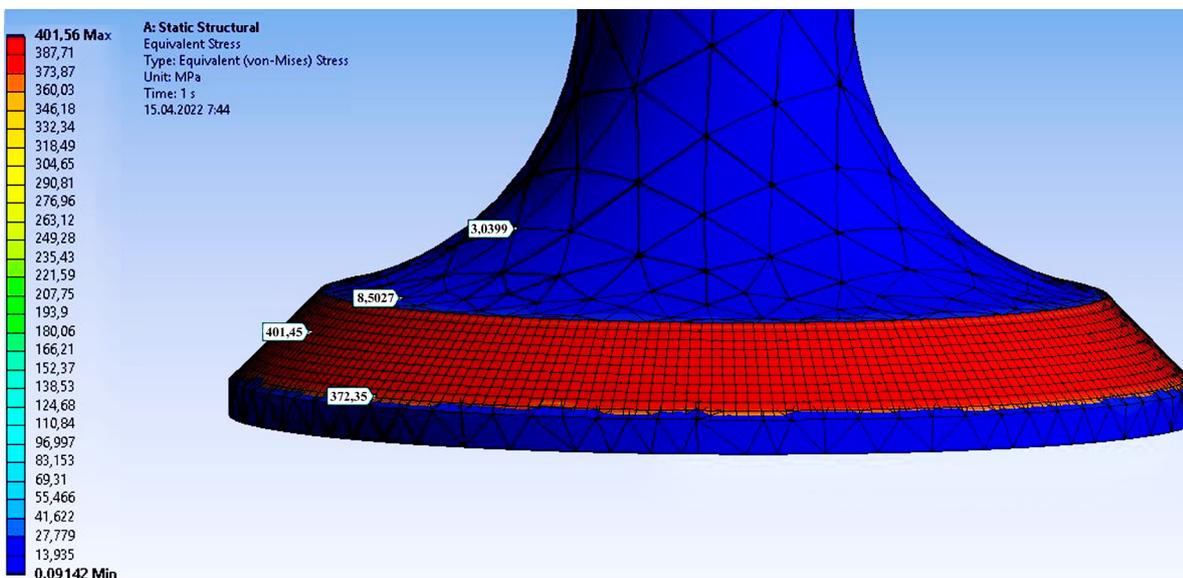


Рисунок 4 – Результаты расчета напряжений, действующих на клапан

На рисунке 4 видно, что максимальное значение напряжений зарегистрировано на средней линии пояска рабочей фаски. Максимальное значение равняется 401,56 МПа. Данное значение меньше допустимого в 2,1 раза.

Также в первой части расчета определено значение деформаций. Графическое отображение результата расчета приведено на рисунке 5.

Здесь видно, что максимальное значение деформации имеет незначительный охват рассматриваемой поверхности. Деформации покрытия и головки клапана имеют примерно одинаковые значения. Средний показатель деформации равен $1,7 \times 10^{-3}$ мм.

На рисунке 6 видно, что минимальный срок службы клапана наблюдается в зоне средней линии рабочей фаски клапана. При удалении от нее происходит увеличение данного значения. Минимальное значение долговечности равно 35×10^6 циклов, что соответствует техническим требованиям стандартных автомобильных клапанов.

Выводы. В данной работе было выполнено моделирование работы клапана двигателя внутреннего сгорания, работающего под воздействием высоких температур. Результаты расчетов говорят о целесообразности использования рассматриваемого покрытия.

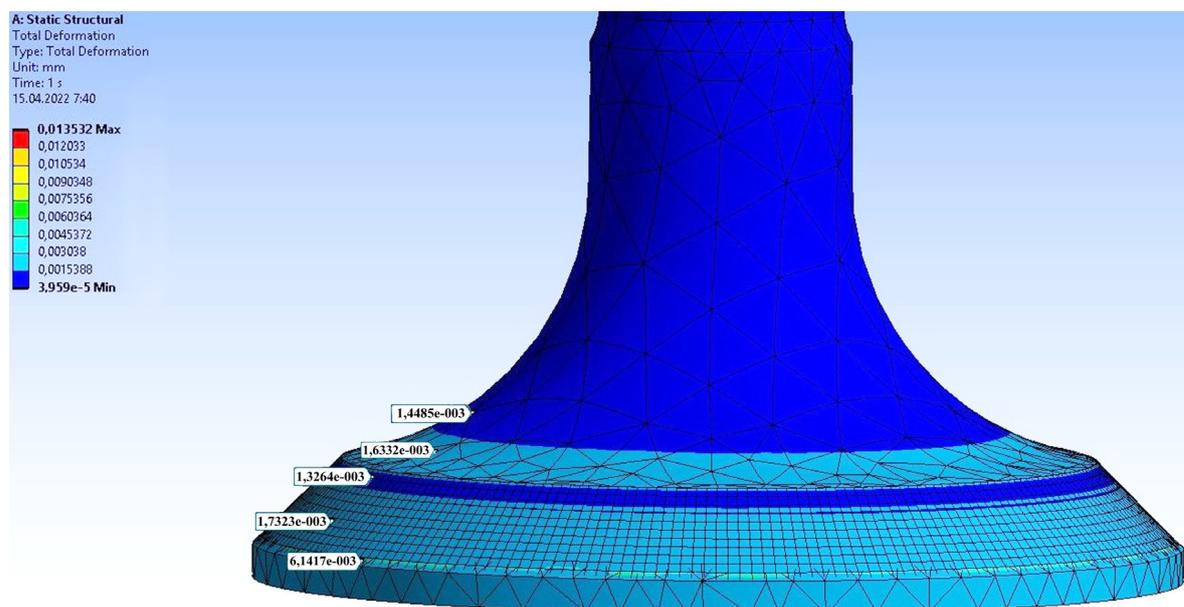


Рисунок 5 – Результаты расчета деформаций клапана

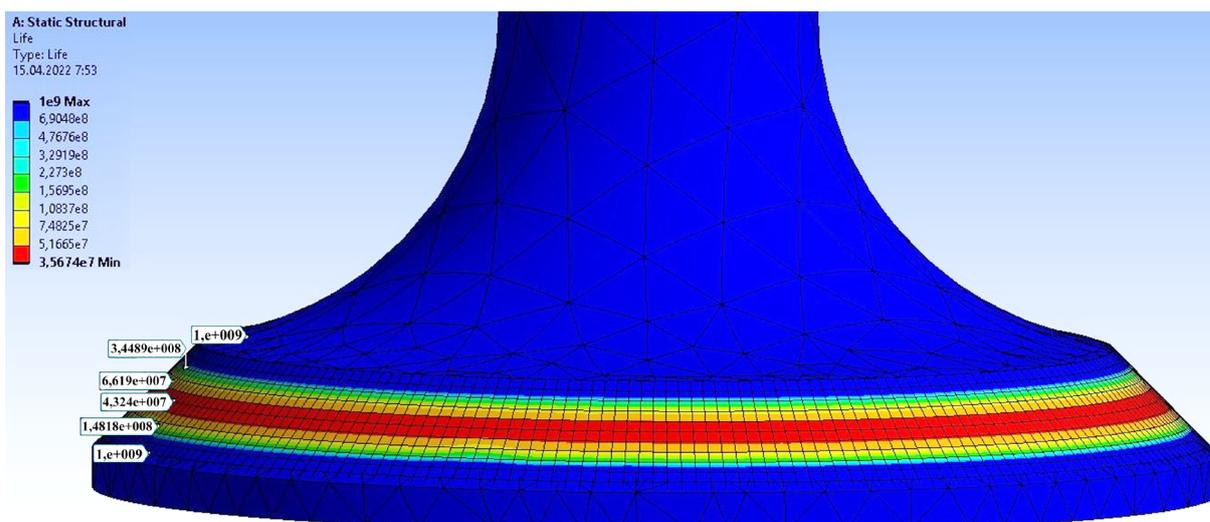


Рисунок 6 – Результаты расчета долговечности клапана

Результаты расчета усталостной долговечности также приведены в графическом виде на рисунке 6.

Данное заключение можно сделать исходя из того, что значение максимальных напряжений в фаске клапана меньше допусти-

мого более чем в 2 раза; деформации покрытия и клапана имеют соизмеримые значения; усталостная долговечность составляет 35×10^6 циклов, что является приемлемым результатом для стандартных автомобильных клапанов.

Список источников

1. Ипатов А. Г., Шмыков С. Н., Ширококов В. И., Новикова Л. Я. Восстановление посадочных поверхностей вала гидромотора методом SLM (Selective Laser Melting) // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2022. № 1. С. 12–17.

2. Ипатов А. Г., Волков К. Г. К обоснованию материала защитно-восстановительного покрытия рабочей поверхности тарелки клапана // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (65). С. 44–50.

3. Шмыков С. Н., Ипатов А. Г., Новикова Л. Я. Эффективность различных способов восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере стрельчатой лапы культиватора // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (69). С. 64–71.

4. Ipatov A. G., Ivanov A. G., Kharanzhevskii E. V. Modification of the Bearing Interfaces of a TKR7C-6 Turbocharger // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2020. Vol. 49. № 6. P. 545–549.

5. Предко, А. Двигатель Д-243: Официальное письмо ОАО «Минский моторный завод». Минск: ОАО «ММЗ», 2020.

6. Волков К. Г., Ипатов А. Г. Исследование термостойкости защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски тарелок клапанов // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, Ижевск, 17–19 ноября 2021 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 243–247.

7. Гавриленко О. О., Кривилев М. Д., Харанжевский Е. В., Ипатов А. Г. К вопросу трещиностойкости сверхтвёрдых износостойких покрытий на основе В4С-ВН // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы. 2021. № 5 (111). С. 23–32.

8. Ипатов А. Г., Харанжевский Е. В., Шмыков С. Н., Волков К. Г. Трибологические показатели упрочняющих и восстановительных керамических покрытий на основе карбида бора // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2021. № 7. С. 12–19.

9. Орешко Е. И., Ерасов В. С., Гриневиц Д. В., Шершак П. В. Обзор критериев прочности материалов // Труды ВИАМ. 2019. № 9 (81). С. 108–126.

10. ANSYS Mechanical APDL Advanced Analysis Guide. Canonsburg, PA: ANSYS, Inc., 2013. 396 p.

References

1. Ipatov A. G., Shmykov S. N., Shirobokov V. I., Novikova L. Ya. Vosstanovlenie posadochnykh poverhnostej vala gidromotora metodom SLM (Selective Laser Melting) // Remont. Vosstanovlenie. Modernizaciya. 2022. № 1. S. 12–17.

2. Ipatov A. G., Volkov K. G. K obosnovaniyu materiala zaschitno-vosstanovitel'nogo pokrytiya rabochej poverhnosti tarelki klapana // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 1 (65). S. 44–50.

3. Shmykov S. N., Ipatov A. G., Novikova L. Ya. Effektivnost' razlichnykh sposobov vosstanovleniya i uprochneniya rabochih organov pochvoobrabatyvayuschih mashin na primere strel'chatoj lapy kul'tivatora // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 1 (69). S. 64–71.

4. Ipatov A. G., Ivanov A. G., Kharanzhevskii E. V. Modification of the Bearing Interfaces of a TKR7S-6 Turbocharger // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2020. Vol. 49. № 6. P. 545–549.

5. Predko, A. Dvigatel' D-243: Oficial'noe pis'mo OAO «Minskij motornyj zavod». Minsk: OAO «ММЗ», 2020.

6. Volkov K. G., Ipatov A. G. Issledovanie termostojkosti zaschitno-vosstanovitel'nyh pokrytij rabochej faski tarelk klapanov // Vklad molodyh uchenyh v realizaciju prioritetnyh napravlenij razvitiya agrarnoj nauki: materialy Nac. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, Izhevsk, 17–19 noyabrya 2021 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. S. 243–247.

7. Gavrilenko O. O., Krivilev M. D., Haranzhevskij E. V., Ipatov A. G. K voprosu treschinostojkosti sverhtvyordyh iznosostojkih pokrytij na osnove В4С-ВН // Voprosy atomnoj nauki i tekhniki. Seriya: Materialovedenie i novye materialy. 2021. № 5 (111). S. 23–32.

8. Ipatov A. G., Kharanzhevskij E. V., Shmykov S. N., Volkov K. G. Tribologicheskie pokazateli uprochnyayuschih i vosstanovitel'nyh keramicheskikh pokrytij na osnove karbida bora // Remont. Vosstanovlenie. Modernizaciya. 2021. № 7. S. 12–19.

9. Oreshko E. I., Erasov V. S., Grinevich D. V., Shershak P. V. Obzor kriteriev prochnosti materialov // Trudy VIAM. 2019. № 9 (81). S. 108–126.

10. ANSYS Mechanical APDL Advanced Analysis Guide. Canonsburg, PA: ANSYS, Inc., 2013. 396 p.

Сведения об авторах:

К. Г. Волков¹, аспирант;

А. Г. Ипатов^{2✉}, кандидат технических наук, доцент

^{1,2}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая 9, Ижевск, Россия, 426069

²ipatow.al@yandex.ru

Original article

CALCULATION OF DURABILITY OF A THIN FUNCTIONAL CERAMIC COATING USING THE ANSYS MECHANICAL SOFTWARE PACKAGE

Kirill G. Volkov¹, Alexey G. Ipatov²✉^{1,2}Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia²ipatow.al@yandex.ru

Abstract. *The development of new coatings in the field of mechanical engineering and repair activity is a long, complex and expensive process. When determining the initial properties of the coating materials, it is advisable to perform preliminary calculations for strength and durability. These measures make it possible to reduce the cost of experimental studies and to determine the effectuality of further work in this direction. The purpose of this work is to perform numerical modeling of the durability of a thin functional ceramic coating for the working surface of the valve plates of the gas distribution mechanism of an internal combustion engine. The paper considers the valve of the gas distribution mechanism with a thin ceramic protective coating. Calculations were carried out in the ANSYS Mechanical software environment using the Static Structural module. The results of the calculations are the stresses acting on the valve and the working chamfer, in particular, the fatigue durability of the coating. According to the data obtained, a conclusion is made about the expediency of using the considered coating. The value of the maximum stresses in the valve chamfer is 2 times less than permissible; deformations of the coating and the valve have comparable values; fatigue durability is 35×10^6 cycles.*

Key words: *ceramic coating; working valve chamfer; gas distribution mechanism; internal combustion engine; fatigue durability; numerical modeling; ANSYS mechanical.*

For citation: *Volkov K. G., Ipatov A. G. Calculation of durability of a thin functional ceramic coating using the ANSYS Mechanical software package. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022; 2 (70): 49-54 (in Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_49.*

Authors:

K. G. Volkov¹, Postgraduate student;**A. G. Ipatov**²✉, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor^{1,2}Izhevsk State Agricultural Academy, 9 Studencheskya St., Izhevsk, Russia, 426069²ipatow.al@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 28.04.2022; одобрена после рецензирования 30.05.2022; принята к публикации 01.06.2022.

The article was submitted 28.04.2022; approved after reviewing 30.05.2022; accepted for publication 01.06.2022.

Научная статья

УДК 631.363.21.025-045.79+621.928.235

DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_55

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ВИБРОКОЛЕБАНИЙ

Широбоков Владимир Иванович^{1✉}, Новикова Лилия Яннуровна²,
Витвинова Мария Александровна³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

¹vlh150@rambler.ru

Аннотация. Современные дробилки зерна подвержены повышенному износу рабочих органов вследствие попадания в дробильную камеру неорганических примесей. Причиной этого является неэффективная работа устройств для их улавливания. Целью работы является повышение ресурса рабочих органов дробилок путем отделения неорганических примесей из зерна перед дроблением с использованием вибрации. С учетом цели исследования поставлены задачи: разработать лабораторную модель виброгрохота; провести лабораторные исследования параметров вибрации; теоретически обосновать зависимость интенсивности виброколебаний от толщины зерна на лотке. Для проведения исследований разработана лабораторная установка, имитирующая вибрации, создаваемые дробилкой при работе. Лабораторные исследования проводились на ячмене сорта Раушан. В качестве неорганических примесей использовались детали и различные материалы. В результате исследований найдены зависимости скоростей погружения примеси и течения зерна; установлено, что минимальной скоростью V_y обладает гравий с эквивалентным диаметром $D_s = 1,6 \times 10^{-2}$ м и плотностью $\rho_c = 2778$ кг/м³; определена зависимость глубины погружения примесей от продолжительности погружения; с учетом заданных характеристик процесса максимальная толщина слоя зерна составляет 0,153 м.

Ключевые слова: зерно; примеси; вибрация; колебания; амплитуда; схема сил; толщина; время; скорость; плотность.

Для цитирования: Широбоков В. И., Новикова Л. Я., Витвинова М. А. Исследование интенсивности виброколебаний // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 55-62. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_55.

Актуальность. Основными машинами для измельчения зерна в комбикормовой промышленности и сельскохозяйственных предприятиях являются молотковые дробилки. В инженерном отношении изучение процесса измельчения зерна имеет особое значение, так как эта операция является наиболее энергоемкой и дорогостоящей [10, 11]. Одним из недостатков современных дробилок является повышенный износ рабочих органов вследствие попадания в дробильную камеру неорганических примесей: минеральных и металлических. Используемые в дробилках зерна уловители примесей работают неэффективно, снижая ресурс молотков, дек и решет.

Анализ конструкции для удаления или улавливания неорганических примесей показывает, что существуют различные виды устройств для отделения примесей из зерна, идущего в дробильную камеру [9]. Для отделения металломагнитных примесей широко используются различные устройства, использующие магниты. А минеральные примеси ими не улавливаются и, попадая в дробильную

камеру, вызывают интенсивный износ рабочих органов дробилки (рис. 1). Причиной этого является неэффективная работа устройств для улавливания неорганических минеральных примесей, поступающих вместе с зерном в дробильную камеру. Поэтому для эффективного использования дробилок необходимо разработать сепаратор и уточнить его конструктивные и технологические параметры.

Одним из вариантов отделения неорганических примесей может служить использование вибрации самой дробилки или дополнительного вибропривода, например, в бункере дробилки зерна [1]. Тем более, вибрация используется в различных технологических процессах [6, 7]. Предлагаемое техническое решение представлено на рисунке 2 [3].

Зерно с примесями поступает в бункер 9 с виброгрохотом 14, где под действием вибрации примеси оседают на дно и удерживаются порожком виброгрохота, а очищенное зерно поступает в дробильную камеру 1. Принципиальная схема виброгрохота приведена на рисунке 3.



Рисунок 1 – Изношенные рабочие органы молотковой дробилки зерна:
а – молотки; б – дека; в – сепарирующее решето

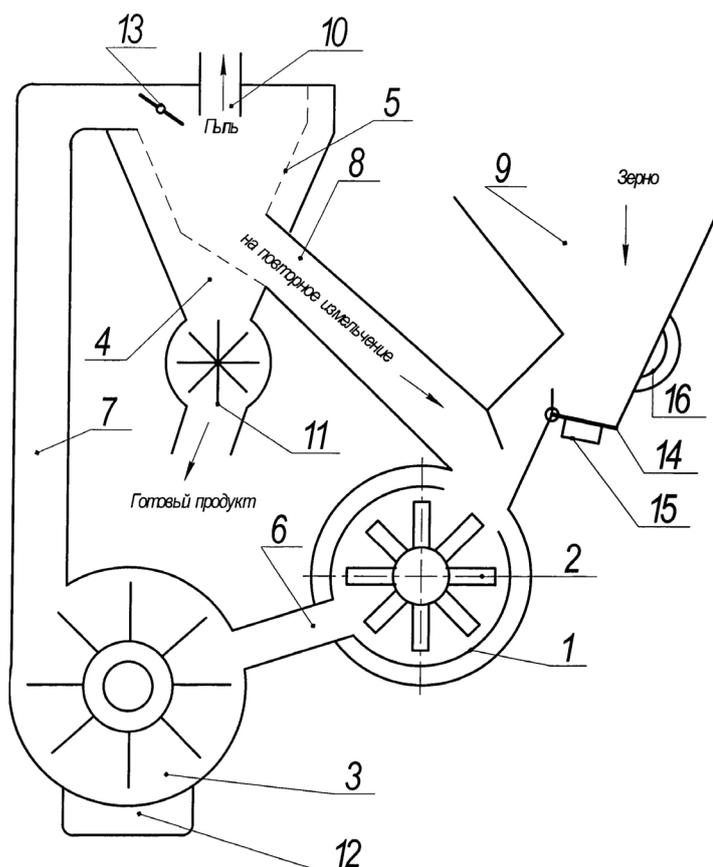


Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема дробилки зерна:
1 – дробильная камера; 2 – ротор; 3 – вентилятор-швырялка; 4 – циклон; 5 – сепаратор;
6 и 7 – пневмопроводы; 8 – кормопровод; 9 – загрузочный бункер; 10 – пылепровод;
11 – шлюзовой затвор; 12 – ловушка для твердых включений; 13 – направляющая заслонка;
14 – виброционный грохот; 15 – вибропривод; 16 – магнит

Принцип работы виброгрохота (рис. 3) заключается в следующем. Под действием вибрации поток зерна из бункера 1 в лотке превращается в псевдожидкость, и примеси, имеющие большую плотность, оседают на дно и удерживаются от дальнейшего движения порожком, установленным в конце лотка 2.

Очевидно, что на эффективность погружения примесей влияет толщина зернового слоя на лотке. Поэтому необходимо теоретически обосновать зависимость изменения интенсивности виброколебаний от толщины зерна на лотке.

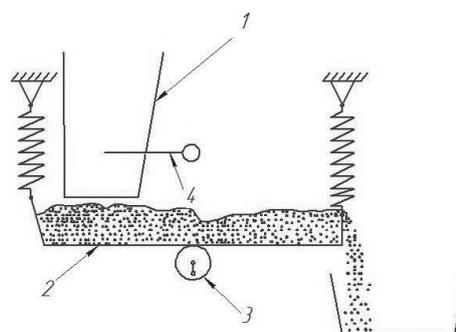


Рисунок 3 – Принципиальная схема виброгрохота:
1 – бункер; 2 – лоток; 3 – вибратор; 4 – заслонка

На основании изложенного следует, что технологические и конструктивные параметры молотковых дробилок требуют совершенствования с целью повышения ресурса работы их рабочих органов путем отделения неорганических примесей из зерна перед дроблением с использованием вибрации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: разработать лабораторную модель виброгрохота; провести лабораторные исследования параметров вибрации; теоретически обосновать зависимость интенсивности виброколебаний от толщины зерна на лотке.

Материалы и методы. Для проведения исследований разработана лабораторная установка (рис. 4).

Лабораторные исследования проводились на ячмене сорта Раушан с насыпной плотностью $\rho_{сн} = 630 \text{ кг/м}^3$. В качестве неорганических примесей использовались различные материалы: минеральные (гравий), бронза, сталь, свинец. Опыты проводились в трехкратной повторности, затем рассчитывалось среднеарифметическое значение. Оборудование, использованное в экспериментальных исследованиях, приведено в таблице 1.

Обработка результатов определения интенсивности виброколебаний проводилась по известной методике [8].

Результаты исследований. В результате лабораторных исследований установлены следующие параметры вибрации: начальная амплитуда колебаний $A_0 = 2,9 \times 10^{-3} \text{ м}$; частота колебаний $\omega = 312,74 \text{ с}^{-1}$.

На рисунке 5 представлена зависимость скоростей погружения и течения зерна в зависимости от плотности неорганических примесей.

На рисунке 5 видно, что скорости V_x и V_y увеличиваются с увеличением плотности примеси. Найденные зависимости позволяют установить длину лотка виброгрохота: при заданной толщине h зерна на лотке и известной скорости V_y определяется время погружения на величину h ; умножением этого времени на скорость V_x определяется пройденный путь, а это и есть минимальная толщина лотка. Исходя из лабораторных исследований, минимальной скоростью V_y обладают минеральные примеси (гравий) с эквивалентным диаметром $D_s = 1,6 \times 10^{-2} \text{ м}$ и плотностью $\rho_s = 2778 \text{ кг/м}^3$.

Проведем исследование поведения примесей в зерновом ворохе при очистке от них с помощью приложения колебаний. Рассмотрим примесь в виде частицы массой m . В условиях вибрации на нее действуют следующие силы: сила тяжести P , сила выталкивания $F_{выт}$, сила сухого трения $F_{тр}$ и сила инерции $F_{ин}$ от вибрирующего лотка (рис. 6).

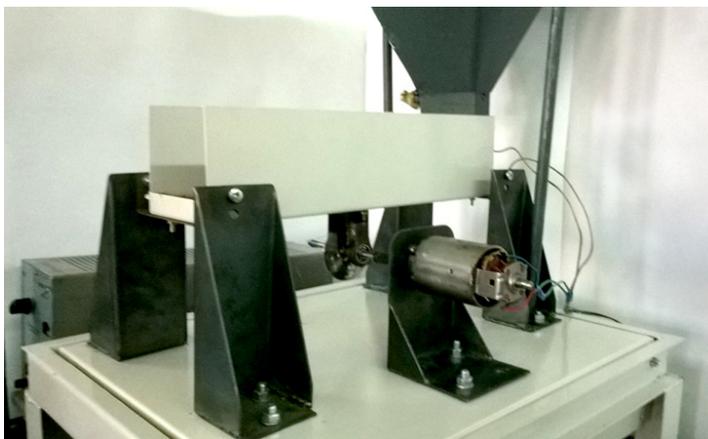


Рисунок 4 – Общий вид лабораторной установки

Таблица 1 – Приборы и аппаратура, использованные в экспериментальных исследованиях

Наименование	Марка	Количество	Назначение
Весы лабораторные	ВЛКТ-500Г-М	1	Определение массы проб
Тахометр	DT-2234A	1	Определение частоты вращения
Секундомер	СДС _{пр.1}	1	Регистрация времени опыта
Цифровой фотоаппарат	LUMIX	1	Фотографирование материалов
Шумоанализатор спектра, виброметр портативный	ОКТАВА 110А	1	Определение интенсивности виброколебаний

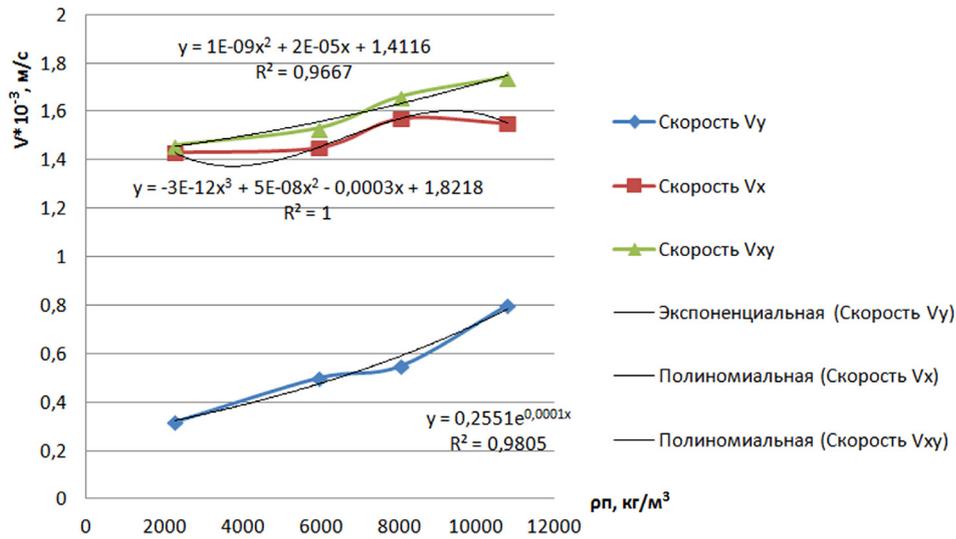


Рисунок 5 – Зависимость скоростей движения примесей в зерновом ворохе от их плотности:

V_x – скорость течения зерна по лотку, м/с; V_y – скорость погружения примеси, м/с; V_{xy} – результирующая скорость, м/с

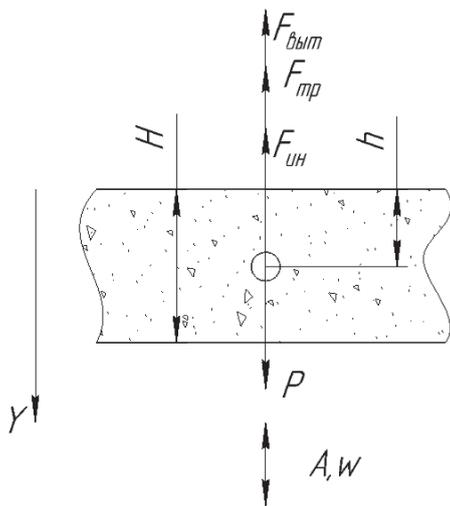


Рисунок 6 – Схема действия сил на частицу в сыпучей среде под действием вибраций

Уравнение относительного движения частицы в сыпучем материале под действием вибраций в проекции на ось OY запишем в следующем виде:

$$m\ddot{Y} = P - F_{\text{выт}} - F_{\text{тр}} - F_{\text{ин}}. \quad (1)$$

Рассмотрим каждую силу по отдельности.

Сила тяжести:

$$P = mg. \quad (2)$$

Выразим массу частицы через ее плотность ρ_u и объем V_u :

$$P = \rho_u V_u g. \quad (3)$$

Выталкивающую силу определим с учетом поведения сыпучего материала как псевдожидкости. Вибрационное воздействие вызывает различные циркуляционные потоки, погружение и всплывание тел в сыпучей среде, что сформировало у многих исследователей идентификацию с поведением вязкой жидкости [4, 5].

Таким образом, выталкивающую силу $F_{\text{выт}}$ мы можем представить следующим выражением:

$$F_{\text{выт}} = \rho_{\text{cp}} V_u g, \quad (4)$$

где ρ_{cp} – плотность среды.

Сила трения в сыпучем материале при вибрации – это сухое кулоново трение.

$$F_{\text{тр}} = F_0 \times \text{sign}(\dot{Y}) = mgf \times \text{sign}(\dot{Y}), \quad (5)$$

где F_0 – модуль сухого трения.

$$\text{sign}(\dot{Y}) \begin{cases} 1, & \text{при } \dot{Y} > 0 \\ 0, & \text{при } \dot{Y} = 0 \\ -1, & \text{при } \dot{Y} < 0 \end{cases} \quad (6)$$

Тогда сила сухого трения, моделирующего взаимодействие рассматриваемой части с частицами среды, представим в следующем виде:

$$F(\dot{Y}) \begin{cases} -F_+, & \text{при } \dot{Y} > 0 \\ 0, & \text{при } \dot{Y} = 0 \\ +F_-, & \text{при } \dot{Y} < 0 \end{cases} \quad (7)$$

С другой стороны, силу трения рассмотрим как силу сопротивления движению частицы в сыпучей среде. На частицу будет действовать давление со стороны частиц среды. Представим частицу в виде сферы [2].

$$F_{mp} = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} P_c S f \cos\beta = P_c S f \sin\beta \Big|_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} = P_c S f \sin\left(+\frac{\pi}{2}\right) - P_c S f \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 2P_c S f, \tag{8}$$

где P_c – давление со стороны среды на частицу:

$$P_c = \rho_{cp} g h, \tag{9}$$

где h – глубина погружения частицы. Глубину погружения запишем как разницу между толщиной слоя H и перемещением Y ;

f – коэффициент трения между частицей и сыпучей средой;

S – площадь поверхности трения частицы, трению подвергается только полусфера частицы, направленная с сторону движения частицы:

$$S = \frac{\pi D_3^2}{2}, \tag{10}$$

где D_3 – эквивалентный диаметр частицы.

$$F_{mp} = 2\rho_{cp} g h \frac{\pi D_3^2}{2} f = \rho_{cp} g (H - Y) \pi D_3^2 f. \tag{11}$$

Переносная сила инерции F_{un} :

$$F_{un} = m \ddot{Y}_1. \tag{12}$$

Данная сила инерции учитывает относительное движение лотка с сыпучей средой. Вибрационное воздействие среды будет описываться следующим законом:

$$Y_1 = A \sin(\omega t). \tag{13}$$

Учтем, что с увеличением толщины слоя сыпучего материала колебания носят затухающий характер, то есть ближе к поверхности слоя амплитуда колебаний уменьшается. Данное изменение носит экспоненциальный характер:

$$A = A_0 e^{-\delta t}, \tag{14}$$

где δ – коэффициент затухания, зависящий от среды, $\delta = f/2m$;

t – время.

Тогда переносная сила инерции с учетом затухающего характера колебаний:

$$F_{un} = m \omega^2 A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t). \tag{15}$$

Подставим все выражения, выведенные ранее, в формулу (1):

$$m \ddot{Y} = \rho_u V_u g - \rho_{cp} V_u g - \rho_{cp} g (H - Y) \pi D_3^2 f + m \omega^2 A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t)$$

или

$$\rho_u V_u \ddot{Y} = \rho_u V_u g - \rho_{cp} V_u g - \rho_{cp} g (H - Y) \pi D_3^2 f + \rho_u V_u \omega^2 A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t). \tag{16}$$

Сократим полученное выражение на $\rho_u V_u$:

$$\ddot{Y} = g - \frac{\rho_{cp} g}{\rho_u} - \frac{\rho_{cp} g (H - Y) \pi D_3^2 f}{\rho_u V_u} + \omega^2 A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t). \tag{17}$$

Введем коэффициенты для упрощения дифференциального уравнения:

$$C^2 = \frac{\rho_{cp} g \pi D_3^2 f}{\rho_u V_u}; B = \frac{\rho_{cp} g}{\rho_u}.$$

После преобразование получаем дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами:

$$\ddot{Y} - C^2 Y = B + \omega^2 A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t). \tag{18}$$

Данное уравнение имеет типовое решение:

$$Y = e^{Ct} \left(\frac{1}{2C} (-N - L\omega) - \frac{3}{2} N - \frac{3}{2} B \right) + e^{-Ct} \left(\frac{1}{2C} (N + L\omega) - N - B \right) + e^{\delta t} (L \sin(\omega t) + N \cos(\omega t)) + B, \tag{19}$$

где $L = \frac{\omega^2 A_0}{\delta^2 + \frac{4\delta^2 \omega^2}{\delta^2 - \omega^2 - C^2} - \omega^2 - C^2}$;

$$N = \frac{2\omega^3 \delta A_0}{(\delta^2 - \omega^2 - C^2)^2 + 4\delta^2 \omega^2}.$$

С помощью данного уравнения мы сможем определить оптимальную толщину сыпучего слоя для гарантированного погружения примесей на дно лотка. В данном уравнении (19) Y – это расстояние от погружаемой частицы до дна лотка.

Построим диаграмму зависимости глубины погружения частицы от продолжительности погружения в слой сыпучего материала (рис. 7).

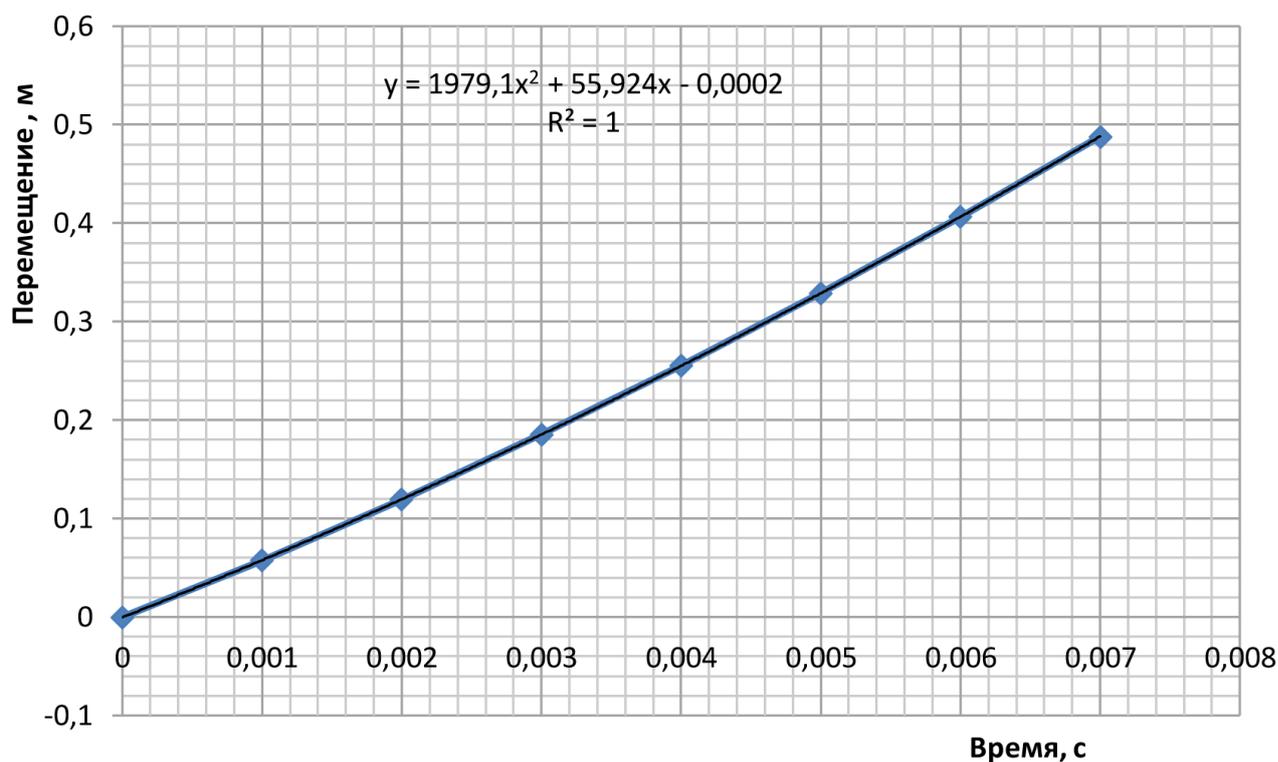


Рисунок 7 – Диаграмма зависимости глубины погружения частицы от продолжительности погружения в слой сыпучего материала

Введем следующие значения для зернового вороха и частицы в виде гравия: $f = 0,384$; $\rho_{cp} = 630 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{г}} = 2778 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 21,62 \text{ с}^{-1}$; $A_0 = 2,9 \times 10^{-3}$; $\omega = 312,74 \text{ с}^{-1}$; $D_{\text{г}} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ м}$; $V_{\text{г}} = 3,2 \times 10^{-6} \text{ м}^3$.

На диаграмме видно, что с увеличением времени погружения интенсивность перемещения растет, так как частица стремится к слоям с более высокой амплитудой. Зависимость имеет параболический характер, что подтверждается линейным трендом (рис. 3).

Как было написано ранее, увеличение толщины слоя сыпучего материала приводит к затуханию колебаний от дна лотка к поверхности слоя. При низкой интенсивности вибраций, когда $mA\omega^2 < \rho_{cp}g(H - Y)\pi D_{\text{г}}^2 f$, проскальзывания частицы вглубь слоя сыпучего материала не будет. Оно возможно при условии $mA\omega^2 > \rho_{cp}g(H - Y)\pi D_{\text{г}}^2 f$. Используя данное выражение, мы можем определить максимальную толщину слоя зерна, при котором погружение примеси еще возможно.

В данном случае мы приводим расчет для исследуемых параметров:

$$mAe^{\delta t}\omega^2 > \rho_{cp}gh\pi D_{\text{г}}^2 f, \quad (20)$$

$$h \leq \frac{mAe^{\delta t}\omega^2}{\rho_{cp}g\pi D_{\text{г}}^2 f}. \quad (21)$$

Согласно выражению (21), максимальная толщина слоя составила около 0,153 м. Данное значение мы рассчитали с учетом данных лабораторных исследований процесса.

Заключение. В результате исследований найдены зависимости скоростей погружения примеси и течения зерна, которые позволяют установить длину лотка виброгрохота; минимальной скоростью $V_{\text{г}}$ обладает гравий с эквивалентным диаметром $D_{\text{г}} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ м}$ и плотностью $\rho_{\text{г}} = 2778 \text{ кг/м}^3$; определена зависимость глубины погружения примесей от продолжительности погружения; с учетом заданных характеристик процесса максимальная толщина слоя зерна составляет 0,153 м.

Список источников

1. Байтуков Р. С., Ширококов В. И., Мякишев А. А., Баженов В. А. Исследование вибрационного уловителя примесей для дробилок зерна // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 17–20 февраля 2015 г. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2015. Т. 2. С. 158–162.
2. Гучева Н. В. Исследование вибрационно-го смешивания сыпучих зернистых материалов // Вестник ДГТУ. 2009. С. 151–163.
3. Патент № 124190 Российская Федерация, МПК В 02 С 13/00, Дробилка для зерна / В. И. Ши-

робок, В. А. Жигалов, О. С. Федоров, А. Г. Бастрогов, Н. С. Панченко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. № 2012121280; заявл. 23.05.13; опубл. 20.01.13, Бюл. № 2. 4 с.

4. Балагуров И. А., Гриценко М. А., Мизонов В. Е., Огурцов В. А. К расчету характеристик виброоживленного слоя сыпучего материала // Вестник ИГЭУ. 2015. Вып. 4. С. 55–58.

5. Федоренко И. Я., Пирожков Д. Н. Вибрируемый зернистый слой в сельскохозяйственной технологии: монография. Барнаул: АГАУ, 2006. 166 с.

6. Федоренко И. Я., Шестаев А. В., Щербачков С. С. Моделирование процесса вибрационного сема фруктов // Теория и практика современной аграрной науки: сборник II Нац. (Всерос.) конф. 2019. С. 254–257.

7. Федоренко И. Я., Левин А. М., Табаев А. В. Инновационные конструкции вибрационных дробилок фуражного зерна // Главный агроном. 2020. № 5. С. 63.

8. Ширококов В. И., Мякишев А. А., Баженов В. А. Параметры вибрации ротационной дробилки зерна ДКР-5Д // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 16–19 февр. 2016 г. В 3 т. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. Т. 3. С. 65–69.

9. Ширококов В. И., Байтуков Р. С., Байтукова Е. В. Анализ устройств для удаления минеральных и металлических примесей из зернового вороха // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 11–14 февраля 2014 г. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. Т. 3. С. 150–154.

10. Shirobokov V., Fedorov O., Ipatov A. Quality and energy indicators of grain crusher as a function of screen // Wear. 2020. Т. 8. № 3. С. 710.

11. Savinyh P., Shirobokov V., Fedorov O., Ivanovs S. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product // Engineering for Rural Development. Proceedings. 2018. С. 131–136.

References

1. Bajtukov R. S., Shirobokov V. I., Myakishev A. A., Bazhenov V. A. Issledovanie vibracionnogo ulovitelya primesej dlya dробилок zerna // Teoriya i praktika – ustojchivomu razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa:

materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 17–20 fevralya 2015 g. Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2015. Т. 2. С. 158–162.

2. Gucheva N. V. Issledovanie vibracionnogo smeshivaniya sypuchih zernistykh materialov // Vestnik DGTU. 2009. С. 151–163.

3. Patent № 124190 Rossijskaya Federaciya, MPK V 02 S 13/00, Drobilka dlya zerna / V. I. Shirobokov, V. A. Zhigalov, O. S. Fedorov, A. G. Bastrigov, N. S. Panchenko; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA. № 2012121280; zayavl. 23.05.13; opubl. 20.01.13, Byul. № 2. 4 s.

4. Balagurov I. A., Gricenko M. A., Mizonov V. E., Ogurcov V. A. K raschetu harakteristik vibroozhizhennogo sloya sypuchego materiala // Vestnik IGEU. 2015. Vyp. 4. С. 55–58.

5. Fedorenko I. YA., Pirozhkov D. N. Vibriruemyy zernistyj sloj v sel'skohozyajstvennoj tekhnologii: monografiya. Barnaul: AGAU, 2006. 166 s.

6. Fedorenko I. Ya., Shestaev A. V., Scherbakov S. S. Modelirovanie processa vibracionnogo s"ema fruktov // Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki: sbornik II Nac. (Vseros.) konf. 2019. С. 254–257.

7. Fedorenko I. Ya., Levin A. M., Tabaev A. V. Innovacionnye konstrukcii vibracionnykh dробилок furazhnogo zerna // Glavnij agronom. 2020. № 5. С. 63.

8. Shirobokov V. I., Myakishev A. A., Bazhenov V. A. Parametry vibracii rotacionnoj dробилки zerna DKR-5D // Nauchnoe i kadrovoe obespechenie APK dlya prodovol'stvennogo importozamescheniya: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., 16–19 fevr. 2016 g. V 3 t. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2016. Т. 3. С. 65–69.

9. Shirobokov V. I., Bajtukov R. S., Bajtukova E. V. Analiz ustrojstv dlya udaleniya mineral'nyh i metallicheskih primesej iz zernovogo voroha // Nauka, innovacii i obrazovanie v sovremennom APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 11–14 fevralya 2014 g. Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2014. Т. 3. С. 150–154.

10. Shirobokov V., Fedorov O., Ipatov A. Quality and energy indicators of grain crusher as a function of screen // Wear. 2020. Т. 8. № 3. С. 710.

11. Savinyh P., Shirobokov V., Fedorov O., Ivanovs S. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product // Engineering for Rural Development. Proceedings. 2018. С. 131–136.

Сведения об авторах:

В. И. Ширококов¹✉, кандидат технических наук, доцент;

Л. Я. Новикова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

М. А. Витвинова³, аспирант

^{1,2,3}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая 9, Ижевск, Россия, 426069

¹vlh150@rambler.ru

Original article

INVESTIGATION OF THE INTENSITY OF VIBRATING OSCILLATIONS

Vladimir I. Shirobokov¹ ✉, Liliya Ya. Novikova², Mariya A. Vitvinova³^{1,2,3}Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia¹vlh150@rambler.ru

Abstract. Modern grain crushers are subject to increased wear of working elements due to the penetration of inorganic impurities into the crushing chamber. The reason for this is the inefficient operation of devices for capturing inorganic mineral impurities. The aim of the work is to increase the service life of the working elements of crushers by separating inorganic impurities from grain before crushing using vibration. Taking into account the purpose of the study, the following tasks were set: to develop a laboratory model of a vibrating screen; to conduct laboratory studies of vibration parameters; to justify theoretically the dependence of the vibrations intensity on the thickness of the grain on the tray. To conduct research, a laboratory installation was developed that simulates the vibrations created by the crusher during operation. Laboratory tests were carried out on Rowshan barley. Parts and various materials were used as inorganic impurities. As a result of the research the following was established: the dependences of the impurity immersion rates and grain flow were found; gravel with an equivalent diameter of $D_e = 1.6 \times 10^{-2}$ m and a density of $\rho = 2778$ kg/m³ has the minimum velocity V_y ; the dependence of the impurity immersion depth on the duration of immersion was determined; taking into account the specified characteristics of the process, the maximum thickness of the grain layer is 0.153 m.

Key words: grain, impurities, vibration, oscillations, amplitude, force scheme, thickness, time, velocity, density.

For citation: Shirobokov V. I., Novikova L. Ya., Vitvinova M. A. Investigation of the intensity of vibrating oscillations. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2022; 2 (70): 55-62 (in Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_55.

Authors:

V. I. Shirobokov¹ ✉, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;**L. Ya. Novikova**², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;**M. A. Vitvinova**³, Postgraduate student^{1,2,3}Izhevsk State Agricultural Academy, 9 Studencheskya St., Izhevsk, Russia, 426069¹vlh150@rambler.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 13.05.2022; одобрена после рецензирования 30.05.2022; принята к публикации 01.06.2022.

The article was submitted 13.05.2022; approved after reviewing 30.05.2022; accepted for publication 01.06.2022.

Обзорная статья

УДК 621.365.5

DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_63

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ТОКОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛАХ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

Гаврилов Роман Иванович¹✉, Лекомцев Петр Леонидович²,
Ниязов Анатолий Михайлович³, Шавкунов Михаил Леонидович⁴
^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, Ижевск, Россия

¹romanfildef@gmail.com

Аннотация. Основным недостатком индукционных нагревателей является высокая стоимость из-за большой металлоемкости. Увеличение частоты приведет к снижению толщины металла, а соответственно и к снижению металлоемкости. Цель исследования – изучение влияния электрофизических свойств токопроводящих материалов в индукционных нагревателях. В результате исследований выявили, что с увеличением частоты тока, питающего индуктор, уменьшается глубина проникновения электромагнитного поля. В диапазоне частот от 50 до 60 000 Гц глубина проникновения уменьшается в 31 раз. При использовании повышенной частоты можно уменьшить размеры нагревателя, поскольку возникает поверхностный эффект в металле теплообменной поверхности, приводящий к увеличению тепловыделения с единицы площади поверхности. Диапазон частот выбирается в зависимости от назначения нагревателя и требуемой температуры нагреваемой жидкости. Также на глубину проникновения электромагнитного поля влияют магнитные и электрические свойства материала. В этой связи в индукционных нагревателях лучше всего индуктор выполнять из парамагнетиков (алюминий) и диамагнетиков (медь), а нагреваемую (теплообменную) поверхность – из ферромагнетиков (сталь). При этом ферромагнитные материалы могут являться экраном, увеличивающим электромагнитную безопасность в индукционных установках.

Ключевые слова: индукционный нагрев; поверхностный эффект; глубина проникновения электромагнитной волны; коэффициент затухания; плотность тока на поверхности проводника.

Для цитирования: Некоторые аспекты распространения электромагнитного поля в токопроводящих материалах индукционных нагревателей / Р. И. Гаврилов, П. Л. Лекомцев, А. М. Ниязов, М. Л. Шавкунов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (70). С. 63-69. https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_63.

Актуальность. Все больше объектов сельскохозяйственного назначения, которые не имеют возможности подключения к сетям газоснабжения, в системах отопления и горячего водоснабжения широко используют электрические водонагреватели. Наиболее распространенными являются элементные и электродные водонагреватели, свое распространение они получили из-за простоты конструкции [1–3].

В настоящий момент проявляется тенденция замены электродных нагревателей на индукционные. Индукционный нагрев характеризуется нагреванием материалов электрическими токами, созданными переменным магнитным полем. Физический смысл данного типа нагрева можно описать законом электромагнитной индукции Фарадея – Максвелла и законом Джоуля – Ленца. Индукционный нагрев получил широкое применение в различных сферах деятельности благодаря большому количеству до-

стоинств, описанных в работах [1, 2]. Однако большинство индукционных нагревателей имеют высокую стоимость. Этот недостаток связан с высокой металлоемкостью нагревателей. Высокая металлоемкость обусловлена работой индукционных нагревателей на токах промышленной частоты [6, 10]. Увеличение частоты приведет к снижению толщины металла, а соответственно и к снижению металлоемкости. Уменьшение доли металла позволит уменьшить не только габаритные размеры и вес, но и изменит условия монтажа [3, 9]. При увеличении частоты тока увеличивается поверхностный эффект непосредственно в обмотке индукционного нагревателя, что может привести к перегреву обмотки индуктора [13, 14].

Целью работы является изучение влияния электрофизических свойств токопроводящих материалов в индукционных нагревателях.

Поверхностный эффект возникает при протекании по проводнику переменного тока и приводит к разной плотности тока по поперечному сечению проводника. Характеристиками распространения электромагнитного поля в токопроводящих материалах являются коэффициент затухания и глубина проникновения. На эти параметры значительное влияние оказывают электрофизические свойства этих материалов.

Задачи исследования. При проведении исследований были поставлены следующие задачи: оценить влияние частоты на глубину проникновения электромагнитного поля в проводнике, оценить влияние удельного электрического сопротивления и магнитной проницаемости материалов на глубину проникновения электромагнитного поля в проводнике.

Материал и методы исследования. Изучение влияния частоты на распределение электромагнитного поля в проводнике проводилось на материалах, имеющих различные электрофизические свойства (алюминий, медь, сталь). Для оценки глубины проникновения электромагнитного поля и достоверности результатов были применены: закон электромагнитной индукции Фарадея – Максвелла, закон Джоуля – Ленца, теория электромагнитного поля, теория температурного поля, методы расчета теплоотдачи при различных режимах движения жидкости, программное обеспечение ELCUT.

Результаты исследования. Согласно закону Джоуля – Ленца, при протекании тока по проводнику происходит его нагрев. Чем выше величина активного сопротивления токопроводящего материала и тока, тем выше активные потери, а соответственно, и нагрев материала [4, 11, 12].

Энергия, выделяющаяся в проводник:

$$P = \int_t^0 i^2(t) \times R \times dt, \quad (1)$$

где i – ток в цепи, А;

R – активное сопротивление проводника, Ом;

t – длительность протекания тока, с.

Активное сопротивление проводника изменяется в зависимости от рода тока. Это связано с поверхностным эффектом и эффектом близости. При переменном токе [2, 11]:

$$R = R_{\underline{}} \times k_{\text{доб}}, \quad (2)$$

где $R_{\underline{}}$ – сопротивление при постоянном токе, Ом;

$k_{\text{доб}}$ – коэффициент добавочных потерь, вызванных поверхностным эффектом и эффектом близости.

Поверхностный эффект возникает при протекании по проводнику переменного тока и приводит к разной плотности тока по поперечному сечению проводника. Наибольшая плотность тока наблюдается на поверхности проводника. По мере перемещения к центру плотность тока быстро падает [3, 4, 11].

Поверхностный эффект проявляется тем сильнее, чем больше частота тока и меньше удельное сопротивление проводника. Поверхностный эффект приводит к увеличению активного сопротивления проводника и к росту потерь в проводнике на переменном токе (и, следовательно, к увеличению нагрева проводника) [2, 5, 8]. Сопротивление проводника увеличивается в k_n раз, где k_n – коэффициент учета поверхностного эффекта.

На рисунке 1 приведен график зависимости коэффициента k_n от частоты тока, протекающего по проводнику, и сопротивления проводника на постоянном токе [11].

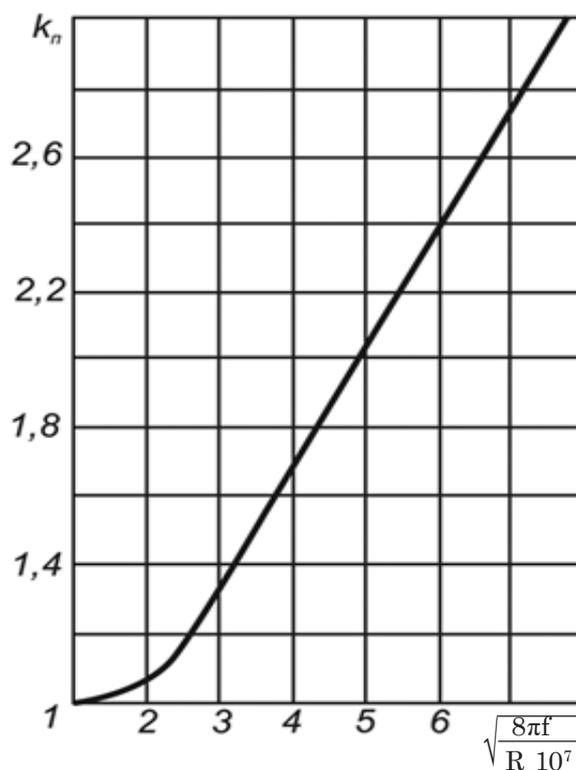


Рисунок 1 – Коэффициент учета поверхностного эффекта:
 f – частота тока, Гц; $R_{\underline{}}$ – сопротивление проводника, Ом, при постоянном токе и длине 1 м

На графике видно, что сопротивление проводника пропорционально квадратному корню из частоты протекающего по проводнику тока.

Электромагнитная волна, проникая в толщу металла, быстро затухает. Поэтому теплота выделяется лишь в относительно тонком поверхностном слое. Разница плотности тока у оси и на периферии провода возрастает с увеличением диаметра провода, проводимости материала, магнитной проницаемости материала и частоты переменного тока.

В работе [4] показаны исследования влияния частоты тока на величину тепловой мощности в индукционном нагревателе. По результатам работы выявлено, что повышение частоты тока увеличивает интенсивность тепловыделения с единицы площади нагревателя и снижает общую металлоемкость устройства индукционного нагрева [2, 4, 6, 7].

Электромагнитная волна распространяется в поглощающей среде по экспоненциальному закону [4–6]:

$$S_z = S_e \times e^{-2kz}, \quad (3)$$

где S_e – поток энергии на поверхности среды, В·А/м²;

k – коэффициент затухания волны, м⁻¹;

z – расстояние от поверхности в глубину тела, м.

Скорость затухания волны и, следовательно, уменьшение ее энергии характеризуется коэффициентом затухания k , зависящим от электрофизических свойств среды и частоты поля.

Коэффициент затухания k можно определить по выражению [2, 4]:

$$k = \omega \sqrt{\frac{\varepsilon_a \cdot \mu_a}{2} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\gamma}{\omega \varepsilon_a} \right)^2} - 1 \right]}, \quad (4)$$

где $\omega = 2\pi f$ – угловая скорость поля, рад/с.

В идеальных диэлектриках $\frac{\gamma}{\omega \varepsilon_a} = 0$, $k = 0$ электромагнитные волны не затухают и энергия не поглощается. В реальных диэлектриках $0 < \frac{\gamma}{\omega \varepsilon_a} < 1$, поэтому поглощение энергии поля возможно лишь на высоких частотах (более 1 МГц). В проводящей среде $\omega \varepsilon_a \ll \gamma$, поэтому можно пренебречь, так как $\frac{\gamma}{\omega \varepsilon_a} \gg 1$, тогда коэффициент затухания:

$$k = \sqrt{\frac{\omega \mu_a \gamma}{2}}. \quad (5)$$

Глубина проникновения электромагнитной волны является обратной величиной от коэффициента затухания k , ($\Delta = 1/k$). При этом происходит уменьшение амплитуды плотности тока (вектора E) в $e = 2,718$ раза. Подставляя в полученное выражение (5) значения $\omega = 2\pi f$, $\mu_a = \mu \mu_0 = \mu 4\pi 10^{-7}$, $\gamma = 1/\rho$, получим:

$$\Delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \times f}}, \quad (6)$$

где ρ – удельное сопротивление, Ом·м;

μ – магнитная проницаемость металла;

f – частота сети, Гц.

Из выражения (6) видно, что глубина проникновения электромагнитного поля обратно пропорциональна частоте тока. При этом можно уменьшить толщину металла, увеличив частоту тока, соответственно снизится металлоемкость установки.

Также нужно отметить, что при относительно высоких частотах концентрация плотности тока будет выше на поверхности токопроводящего материала, что в свою очередь приведет к повышенному нагреву.

Опираясь на расчеты в научных трудах [4, 5], а также моделирование режимов работы индукционных нагревателей в труде [6], мы определили оптимальный диапазон частот, который находится в пределах от 5 до 60 кГц. Если рассматривать более высокий диапазон частот, то получаем увеличение поверхностного эффекта в токопроводящем материале, соответственно происходит повышенный нагрев обмотки индуктора.

Рассмотрим несколько материалов индукторов и определим по выражению (6) глубину проникновения волны (рис. 2). В качестве материалов будем использовать медь, алюминий и сталь. Аналитический расчет проведен при одинаковых геометрических параметрах материалов провода. Результаты приведем в виде графической зависимости глубины проникновения от частоты $\Delta(f)$.

График на рисунке 2 показывает, что с увеличением частоты тока, питающего индуктор, уменьшается глубина проникновения электромагнитной волны, с другой стороны, на глубину проникновения электромагнитной волны влияют магнитные и электрические свойства материала.

Таким образом, получено, что чем выше относительная магнитная проницаемость материала, тем выше концентрация плотности токов на поверхности проводника [10, 12].

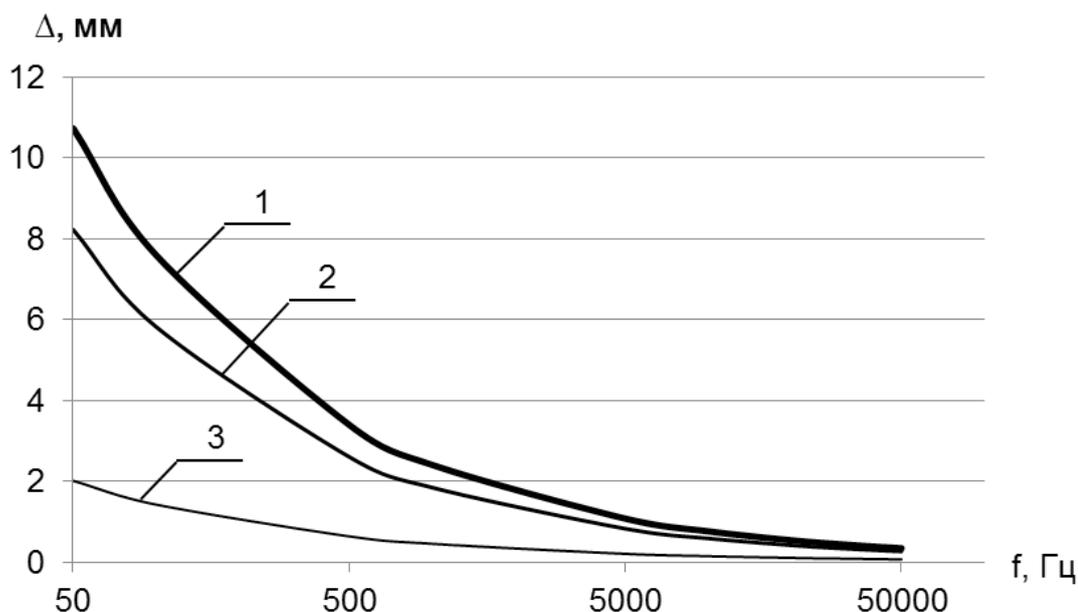


Рисунок 2 – Зависимость глубины проникновения от частоты тока:
1 – алюминий; 2 – медь; 3 – сталь

Плотность на оси провода:

$$\delta_0 = \frac{q \times I}{2\pi \times r \times J_1(qr)}, \quad (7)$$

где I – сила тока;

$$q = \sqrt{\omega \times \gamma \times \mu_a};$$

r – радиус провода;

$J_1(qr)$ – Бесселевы функции.

Плотность тока на поверхности провода:

$$\delta_a = \delta_0 \times J_0(qr). \quad (8)$$

Выводы. Явление затухания электромагнитной волны в поверхностном слое проводника используется для экранирования в переменном электромагнитном поле. Поскольку на расстоянии, равном длине волны, электромагнитная волна в проводнике затухает полностью, то толщина стенки экрана должна быть примерно равна длине волны в проводнике. Однако на практике необходимо учитывать и другие факторы, например, механическую прочность, стоимость.

Экранирование в переменном электромагнитном поле основано на том, что электромагнитная волна быстро затухает, расходуя энергию на покрытие потерь, обусловленных вихревыми токами. Скорость затухания волны и, следовательно, уменьшение ее энергии зависит от электрофизических свойств среды и частоты тока. Чем выше частота тока, тем

меньше глубина проникновения электромагнитной волны, а следовательно, выше коэффициент затухания.

Таким образом, при использовании повышенной частоты можно уменьшить размеры нагревателя, поскольку возникает поверхностный эффект в металле теплообменной поверхности, приводящий к увеличению тепловыделения с единицы площади поверхности.

В индукционных нагревателях лучше всего индуктор выполнять из парамагнетиков (алюминий) и диамагнетиков (медь), а нагреваемую (теплообменную) поверхность – из ферромагнетиков (сталь). При этом ферромагнитные материалы могут являться экраном, увеличивающим электромагнитную безопасность в индукционных установках.

Список источников

1. Артамонова Л. П., Кочурова Е. А. Основной критерий выбора теплообменника – теплогидродинамическое совершенство аппарата // Инновационные направления развития энергетики АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию факультета энергетики и электрификации, Ижевск, 25 октября 2017 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. С. 13–18.

2. Влияние частоты тока на металлоемкость индукционных водонагревателей / Р. И. Гаврилов, П. Л. Лекомцев, Н. Л. Олин, М. Л. Шавкунов // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х

томах, Ижевск, 15–18 февраля 2022 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. Т. 1. С. 257–260.

3. Исследование индукционного нагревательного элемента электрических водонагревательных систем отопления и горячего водоснабжения / А. С. Корепанов, П. Л. Лекомцев, А. М. Ниязов, М. Л. Шавкунов // Актуальные вопросы энергетики АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО, Ижевск, 03–04 декабря 2020 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 69–73.

4. Корепанов А. С., Лекомцев П. Л. Влияние частоты тока на тепловую мощность индукционного нагревателя // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой, Ижевск, 11–14 декабря 2018 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. С. 122–126.

5. Корепанов А. С., Лекомцев П. Л. Исследование добротности контура индукционного нагревателя // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах, Ижевск, 12–15 февраля 2019 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. С. 258–262.

6. Корепанов А. С. Исследование плоского индукционного нагревателя // Развитие энергосистем АПК: перспективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Института агроинженерии, Челябинск, 03–06 апреля 2018 года / под редакцией М. Ф. Юдина. Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2018. С. 82–88.

7. Корепанов А. С., Шавкунов М. Л., Гаврилов Р. И. Исследование низкотемпературных систем обогрева помещений // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 305–309.

8. Корепанов А. С., Лекомцев П. Л., Артамонова Л. П. Повышение эффективности теплопередачи в индукционных электронагревателях // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах, Ижевск, 13–16 февраля 2018 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. С. 47–51.

9. Качанов А. Н., Качанов Н. А., Коренков Д. А. Классификация и область применения систем низкотемпературного индукционного нагрева с разомкнутыми магнитопроводами // Вестник Московского энергетического института. 2016. № 2. С. 36–40.

10. Патент на полезную модель № 181899 U1 Российская Федерация, МПК H05B 6/10. Плоский индукционный нагреватель: № 2018100273: заявл. 09.01.2018; опубл. 26.07.2018 / А. С. Корепанов, П. Л. Лекомцев, А. С. Соловьев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

11. Александрова Г. А. СВЧ установка для термообработки сливочного масла в фермерских хозяйствах: специальность 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2012. 19 с.

12. Энергетические характеристики кабельных систем отопления / А. С. Корепанов, Р. И. Гаврилов, П. Л. Лекомцев, Н. Л. Олин // Актуальные вопросы энергетики АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО, Ижевск, 03–04 декабря 2020 года. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 65–69.

13. Энергетические характеристики конвективного индукционного водонагревателя / А. С. Корепанов, П. Л. Лекомцев, М. Л. Шавкунов, Р. И. Гаврилов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (66). С. 49–56.

14. Geetha V., Sivachidambaranathan V. An overview of designing an induction heating system for domestic applications. International Journal of Power Electronics and Drive Systems. 2019; 10 (1): 351–356.

References

1. Artamonova L. P., Kochurova E. A. Osnovnoj kriterij vybora teploobmennika – teplogidrodinamicheskoe sovershenstvo apparata // Innovacionnye napravleniya razvitiya energetiki APK: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 40-letiyu fakul'teta energetiki i elektrifikacii, Izhevsk, 25 oktyabrya 2017 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. S. 13–18.

2. Vliyanie chastoty toka na metalloemkost' indukcionnykh vodonagrevatelej / R. I. Gavrilov, P. L. Lekomcev, N. L. Olin, M. L. SHavkunov // Nauchnye razrabotki i innovacii v reshenii strategicheskikh zadach agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2-kh tomakh, Izhevsk, 15–18 fevralya 2022 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2022. T. 1. S. 257–260.

3. Issledovanie indukcionnogo nagrevatel'nogo elementa elektricheskikh vodonagrevatelej sistem otopleniya i goryachego vodosnabzheniya / A. S. Korepanov, P. L. Lekomcev, A. M. Niyazov, M. L. SHavkunov // Aktual'nye voprosy energetiki APK: materialy Nac. nauch.-prak. konf., posvyashchennoj 100-letiyu plana GOERLO, Izhevsk, 03–04 dekabrya 2020 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. S. 69–73.

4. Korepanov A. S., Lekomcev P. L. Vliyanie chastoty toka na teplovuyu moshchnost' indukcionnogo nagrevatelya // Sovremennomu APK – effektivnye tekhnologii:

materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 90-letiyu doktora sel'skokhozyajstvennykh nauk, professora, zaslužennogo deyatelya nauki Rossijskoj Federacii, pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya Rossijskoj Federacii Valentyiny Mikhajlovny Makarovoj, Izhevsk, 11–14 dekabrja 2018 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2019. S. 122–126.

5. Korepanov A. S., Lekomcev P. L. Issledovanie dobrotnosti kontura indukcionnogo nagrevatelya // Agrarnaya nauka – sel'skokhozyajstvennomu proizvodstvu: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3 tomakh, Izhevsk, 12–15 fevralja 2019 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2019. S. 258–262.

6. Korepanov A. S. Issledovanie ploskogo indukcionnogo nagrevatelya // Razvitie energosistem APK: perspektivnye tekhnologii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Instituta agroinzhenerii, CHelyabinsk, 03–06 aprelya 2018 goda / pod redakciej M. F. Yudina. CHelyabinsk: Yuzhno-Ural'skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018. S. 82–88.

7. Korepanov A. S., SHavkunov M. L., Gavrilov R. I. Issledovanie nizkotemperaturnykh sistem obogreva pomeshchenij // Razvitie proizvodstva i rol' agroinzhenernoj nauki v sovremennom mire: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Izhevsk, 16–17 dekabrja 2021 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. S. 305–309.

8. Korepanov A. S., Lekomcev P. L., Artamonova L. P. Povyshenie effektivnosti teploperedachi v indukcionnykh elektronagrevatelyakh // Innovacionnye tekhnologii dlya realizacii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel'skogo khozyajstva: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3 tomakh, Izhevsk, 13–16 fevralja 2018 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2018. S. 47–51.

9. Kachanov A. N., Kachanov N. A., Korenkov D. A. Klassifikaciya i oblast' primeneniya sistem nizkotemperaturnogo indukcionnogo nagreva s razomknutyymi magnitoprovodami // Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta. 2016. № 2. S. 36–40.

10. Patent na poleznuyu model' № 181899 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK H05B 6/10. Ploskij indukcionnyj nagrevatel': № 2018100273; zayavl. 09.01.2018; opubl. 26.07.2018 / A. S. Korepanov, P. L. Lekomcev, A. S. Solov'ev; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya».

11. Aleksandrova G. A. SVCH ustanovka dlya termoobrabotki slivochnogo masla v fermerskikh khozyajstvakh: special'nost' 05.20.02 «Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v sel'skom khozyajstve»: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Moskva, 2012. 19 s.

12. Energeticheskie kharakteristiki kabel'nykh sistem otopleniya / A. S. Korepanov, R. I. Gavrilov, P. L. Lekomcev, N. L. Olin // Aktual'nye voprosy energetiki APK: materialy Nac. nauch.-prak. konf., posvyashchennoj 100-letiyu plana GOERLO, Izhevsk, 03–04 dekabrja 2020 goda. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. S. 65–69.

13. Energeticheskie kharakteristiki konvektivnogo indukcionnogo vodonagrevatelya / A. S. Korepanov, P. L. Lekomcev, M. L. SHavkunov, R. I. Gavrilov // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. 2021. № 2 (66). S. 49–56.

14. Geetha V., Sivachidambaranathan V. An overview of designing an induction heating system for domestic applications. International Journal of Power Electronics and Drive Systems. 2019; 10 (1): 351–356.

Сведения об авторах:

Р. И. Гаврилов^{1✉}, старший преподаватель;

П. Л. Лekomcev², доктор технических наук, профессор;

А. М. Ниязов³, кандидат технических наук, доцент;

М. Л. Шавкунов⁴, старший преподаватель

^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, ул. Студенческая 11, Ижевск, Россия, 426069

¹romanfildef@gmail.com

Review article

SOME ASPECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELD PROPAGATION IN CONDUCTIVE MATERIALS OF INDUCTION HEATERS

Roman I. Gavrilov^{1✉}, Petr L. Lekomtsev², Anatolij M. Niyazov³, Mikhail L. Shavkunov⁴

^{1,2,3,4}Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

¹romanfildef@gmail.com

Abstract. *The main disadvantage of induction heaters is the high cost due to the large metal consumption. An increase in frequency will lead to a decrease in the thickness of the metal, and, accordingly, to a decrease in metal consumption. The purpose of the study is to study the influence of electrophysical properties of conductive materials in induction heaters. As a result of the research, it was revealed that with an increase in the frequency*

of the current feeding the inductor, the depth of penetration of the electromagnetic field decreases. In the frequency range from 50 to 60,000 Hz, the penetration depth is reduced by 31 times. When using an increased frequency, it is possible to reduce the size of the heater, since there is a surface effect in the metal of the heat exchange surface, leading to an increase in heat dissipation per unit surface area. The frequency range is selected depending on the purpose of the heater and the required temperature of the heated liquid. Also, the depth of penetration of the electromagnetic field is affected by the magnetic and electrical properties of the material. In this regard, in induction heaters, the inductor is best made of paramagnets (aluminum) and diamagnets (copper), and the heated (heat exchange) surface is made of ferromagnets (steel). At the same time, ferromagnetic materials can be a screen that increases electromagnetic safety in induction installations.

Keywords: induction heating; surface effect; electromagnetic wave penetration depth; attenuation coefficient; current density on the conductor surface.

For citation: Gavrilov R. I., Lekomtsev P. L., Niyazov A. M., Shavkunov M. L. Some aspects of electromagnetic field propagation in conductive materials of induction heaters. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2022; 2 (70): 63-69 (In Russ.). https://dx.doi.org/10.48012/1817-5457_2022_2_63.

Authors:

R. I. Gavrilov^{1✉}, senior lecturer;

P. L. Lekomtsev², Doctor of Technical Sciences, Professor;

A. M. Niyazov³, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. L. Shavkunov⁴, senior lecturer

^{1,2,3,4}Izhevsk State Agricultural Academy, 9 Studencheskya St., Izhevsk, Russia, 426069

¹romanfildef@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 17.06.2022; одобрена после рецензирования 22.06.2022; принята к публикации 23.06.2022.

The article was submitted 17.06.2022; approved after reviewing 22.06.2022; accepted for publication 23.06.2022.

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ АВТОРСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. К публикации принимаются соответствующие основным научным направлениям журнала статьи, содержащие новые, ранее не опубликованные результаты научных исследований, разработки, готовые к практическому применению, а также материалы, представляющие познавательный интерес.

2. Рукопись статьи представляется непосредственно в редакцию журнала или присылается по почте (e-mail). Статья должна содержать следующие структурные элементы: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования (желательно наличие иллюстративного материала: таблицы, рисунки), выводы.

3. Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman. Размер шрифта 14 (для основного текста), 12 – для дополнительного текста (текста таблиц, списка литературы и т. п.). Междустрочный интервал для текста полуторный; режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Формат бумаги А4 (210×297 мм). Поля: сверху, снизу, слева – 2,0 см, справа – 2,5. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 или 1,5 см). Номера страниц ставятся внизу и посередине.

4. Таблицы должны быть созданы в Microsoft Word. Шрифт шапки таблицы – 11 (жирн.), текста таблицы – 12. Междустрочный интервал для таблиц одинарный. Ширина таблицы должна совпадать с границами основного текста, горизонтальные таблицы необходимо поместить в отдельные файлы.

5. Рисунки допускаются только черно-белые, штриховые, без полутонов и заливки. В рисунках необходимо предусмотреть 1,5-кратное уменьшение. Ширина рисунков – не более ширины основного текста. Дополнительно рисунки представляются в отдельных файлах в одном из следующих форматов: *.jpeg, *.eps, *.tiff.

6. Все математические формулы должны быть тщательно выверены. Электронная версия представлена в формате Microsoft Equation 3.1.

7. Объем рукописи должен быть не менее 14 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки.

8. Сведения об авторе должны содержать: фамилию, имя, отчество, ученую степень, ученое звание, должность, полное название организации – место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском и английском языках); E-mail для каждого автора, корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

9. Название статьи приводится на русском и английском языках.

10. Аннотация приводится на русском и английском языках и повторяет структуру статьи: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования, выводы. Аннотация должна содержать не менее 200 слов.

11. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой. Ключевые слова приводятся на русском и английском языках.

12. Пристатейный список литературы должен оформляться по ГОСТ Р 7.0.100-2018. В тексте статьи ссылки на литературу оформляются в виде номера в квадратных скобках на каждый источник. Источники (не менее 7) в списке литературы размещаются строго в алфавитном порядке. Сначала приводятся работы авторов на русском языке, затем на других языках. Все работы одного автора необходимо указывать по возрастанию годов издания.

13. Статьи, оформленные с нарушением требований, рассматриваться и публиковаться не будут.

14. Рецензирование всех научных статей обеспечивается редакцией. Рецензирование проводят члены редакционной коллегии или приглашенные редакцией рецензенты

AUTHORS' INSTRUCTIONS FOR ARTICLES SUBMISSION AND PUBLICATION

1. Articles submitted for publication should conform to the main scientific directions of the journal, contain previously unpublished results of original researches, developments which are ready for use in practical work, as well as the materials of cognitive interest.

2. Manuscripts should be presented to the editorial office directly or submitted by mail (e-mail). The article should include the following structural parts: relevance, the aim and tasks, materials and methods, research results (supporting data and illustrative material are desirable: tables, drawings), conclusions.

3. The print size type of the text is Times New Roman, font size 14 is for the main part, 12 – for the additional text (tables, literature references etc.). Line spacing is one-and-a-half; justified alignment; automatic hyphenation. The article must be printed on paper with format of A4 (210×297). The sidelines: above, below and left – 2 cm, right – 2.5 cm. The paragraph break must be the same in the whole text (1.27 or 1.5 cm). Page numbers are put in the centre below.

4. Tables must be executed in Microsoft Word. The font of table heading is 11 (bold), table texts – 12; single space. The width of the table must be the same as the main text lines, horizontal tables should be placed in a separate file.

5. Only black-and-white drawings, drawings in lines, without halftones and filling are allowed. It is necessary to provide for 1.5-fold reduction in the drawings. The drawing width must not be more than the width of the main text. In addition, the drawings are presented in separate files in one of the following formats: *.jpeg, *.eps, *.tiff.

6. All mathematical formulae must be accurately adjusted. The electronic version should be provided in format Microsoft Equation 3.1.

7. The volume of the manuscript should not be less than 14 standard pages of the text including tables and drawings.

8. Information about the author should contain: the surname, first name and patronymic; science degree, academic rank, position, full name of organization – place of work of every author, city and country (in the Russian and English languages); e-mail of every author, correspondent postal address and contact telephone number (may be one for all authors).

9. The title of the article is given in Russian and English.

10. The annotation of the article is given in Russian and English and it should reflect the structure of the article: relevance, the aim and tasks, materials and methods, research results, conclusions. The annotation should contain minimum 200 words.

11. Key words or word combinations are separated by semicolon. Key words are printed in Russian and English.

12. The literature reference list of the article must be done according to the state standard GOST R 7.0.100-2018. References to the resources of information in the text are indexed with numbers and given in square parentheses. The reference sources (not less than 7) must be listed in the references in alphabetical order. First the papers of authors are given in Russian, further in other languages. All the papers of one author should be indexed in ascending order of the years of publishing.

13. Papers which do not conform to the requirements mentioned above shall not be taken for consideration, reviewing and publishing.

14. Review of all scientific articles is provided by the editorial staff. The peer review is carried out by the editors or external reviewers.

**ПЕРЕЧЕНЬ ОТРАСЛЕЙ НАУКИ И ГРУПП СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ, ПО КОТОРЫМ ПРИНИМАЮТСЯ СТАТЬИ
К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ**

35.06.01 СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО.

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство.

06.01.03 Агрофизика.

06.01.04 Агрохимия.

06.01.05 Селекция и семеноводство с.-х. растений.

06.01.07 Защита растений.

35.06.02 ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО.

06.03.01 Лесные культуры, селекция и семеноводство.

06.03.02 Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация.

06.03.03 Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними.

35.06.04 ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ, ЛЕСНОМ И РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ.

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

36.06.01 ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ.

06.02.01 Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология
и морфология животных.

06.02.03 Ветеринарная фармакология с токсикологией.

06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных.

06.02.08 Кормопроизводство, кормление с.-х. животных и технология кормов.

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства.