

Том 14, №1, '2022

ISSN 2077-2084

DOI 10.36508/RSATU.2022.21.12.021

12+

ВЕСТНИК

РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА



ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

Входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (сельскохозяйственные науки)

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки)

06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки)

06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки)

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки)

06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (биологические науки)

06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (ветеринарные науки)

06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки)

06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (биологические науки)

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

Том 14, № 1, 2022

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

Главный редактор
С.Н. Борычев,
д-р техн. наук, профессор

Заместитель
главного редактора
Л. Н. Лазуткина,
д-р пед. наук, доцент

Технический редактор
М. Ю. Пикушина,
канд. эконом. наук, доцент

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

Л. Д. Варламова, д-р с.-х. наук, профессор
М. А. Габибов, д-р с.-х. наук, профессор
В. В. Калашников, д-р с.-х. наук, профессор
О. И. Кальницкая, д-р вет. наук, доцент
С. А. Клементьева, д-р биол. наук
А. А. Коровушкин, д-р биол. наук, профессор
А. В. Коршунов, д-р с.-х. наук, профессор
Я. В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор
В. И. Лебедев, д-р с.-х. наук, профессор
Ю. А. Мажайский, д-р с.-х. наук, профессор
В. П. Максименко, д-р с.-х. наук, профессор
Н. И. Морозова, д-р с.-х. наук, профессор

М. Д. Новак, д-р биол. наук, профессор
А. И. Новак, д-р биол. наук, доцент
Г. В. Ольгаренко, д-р с.-х. наук, профессор
А. Н. Постников, д-р с.-х. наук, профессор
В. Г. Семенов, д-р биол. наук, профессор
Д. И. Удавлиев, д-р биол. наук, профессор
Р. Н. Ушаков, д-р с.-х. наук, профессор
Г. Н. Фадькин, канд. с.-х. наук, доцент
Л. А. Храброва, д-р с.-х. наук, профессор
А. Ф. Шевхужев д-р с.-х. наук, профессор

Технические науки

П. П. Гамаюнов, д-р техн. наук, профессор
И. К. Данилов, д-р техн. наук, доцент
М. Ю. Костенко, д-р техн. наук, доцент
В. И. Криштафович, д-р техн. наук, профессор
Г. К. Рембалович, д-р техн. наук, доцент
А. П. Савельев, д-р техн. наук, профессор
О. В. Савина, д-р с.-х. наук, профессор
И. А. Успенский, д-р техн. наук, профессор
М. Н. Чаткин, д-р техн. наук, профессор

Компьютерная верстка и дизайн – **Н. В. Симонова**

Корректор – **Е. Л. Малинина**

Перевод – **В. В. Романов, И. В. Чивилёва.**

Адрес редакции: 390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1., ауд. 103, тел. 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Тираж 700. Первый завод 200. Заказ № 1502 Дата выхода в свет 30.03.2022 г.

Регистрационная запись СМИ ПИ № ФС77-51956, зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 29 ноября 2012 г.

Отпечатано в Издательстве ФГБОУ ВО РГАТУ. Адрес издательства, типографии: г. Рязань, ул. Костычева, д. 1., ауд. 103. Цена издания 185 руб. 50 коп.

Подписной индекс издания в каталоге "Пресса России" 82422

**HERALD OF
RYAZAN STATE AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY**
Named after P.A. Kostychev
Scientific-Production Journal

It is included in the list of peer-reviewed scientific publications, which should publish the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Science, for the degree of Doctor of Science, on scientific specialties and their respective branches of science:

- 05.20.01** - Technologies and means of agricultural mechanization (Technical Sciences)
- 05.20.01** - Technologies and means of agricultural mechanization (Agricultural Sciences)
- 05.20.03** - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (Technical Sciences)
- 06.01.01** - General agriculture, plant growing (Agricultural Sciences)
- 06.01.02** - Irrigation, land reclamation and land protection (Agricultural Sciences)
- 06.01.04** – Agrochemistry (Agricultural Sciences)
- 06.02.05** - Veterinary sanitation, ecology, zoo hygiene, and veterinary-sanitary expertise (Biological Sciences)
- 06.02.05** - Veterinary sanitation, ecology, zoo hygiene, and veterinary-sanitary expertise (Veterinary Sciences)
- 06.02.07** – Breeding, selection and genetics of farm animals (Agricultural Sciences)
- 06.02.07** – Breeding, selection and genetics of farm animals (Biological Sciences)
- 06.02.10** – Private livestock, technology of livestock products production (Agricultural Sciences)

Issued since 2009

issued once a quarter

Tom 14 # 1, 2022

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ryazan State
Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”**

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

Editor in Chief
S. N. Borychev,
Doctor of Technical Science, Full
Professor

Editor in Chief Deputies
L.N. Lazutkina,
Doctor of Pedagogical Science,
Associate Professor

Technical editor
M. Y. Pikushina,
Candidate of Economic Science,
Associate Professor

**Editorial Staff:
Agricultural Science**

L. D. Varlamova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. A. Gabibov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. V. Kalashnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
O. I. Kaliczka, Doctor of Veterinary Science, Associate Professor
S. A. Klementyeva, Doctor of Biological Science
A. A. Korovushkin, Doctor of Biological Science, Full Professor
A. V. Korshunov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
Y. V. Kostin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. I. Lebedev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
Y. A. Mazhayskiy, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. P. Maksimenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
N. I. Morozova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. D. Novak, Doctor of Biological Science, Full Professor

A. I. Novak, Doctor of Biological Science, Associate Professor
G. V. Olgarenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
A. N. Postnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. G. Semenov, Doctor of Biological Science, Full Professor
D. I. Udavliev, Doctor of Biological Science, Full Professor
R. N. Ushakov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
G. N. Fadkin, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
L. A. Khrabrova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,
A. F. Shevkhuzev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,

Technical Science

P. P. Gamayunov, Doctor of Technical Science, Full Professor
I. K. Danilov, Doctor of Technical Science, Associate Professor
M. Y. Kostenko, Doctor of Technical Science, Associate Professor
V. I. Krishtafovich Doctor of Technical Science, Full Professor,
G. K. Rembalovich, Doctor of Technical Science, Associate
Professor,
A. P. Savelyev, Doctor of Technical Science, Full
Professor,
O. V. Savina, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
I. A. Uspenskiy, Doctor of Technical Science, Full Professor
M. N. Chatkin, Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor

Computer-Aided Makeup and Design – **N.V. Simonova**
Proof-Reader – **E.L. Malinina**
Translation – **V.V. Romanov, I.V. Chivilyova**

Editorial address: 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1., RM. 103.,
tel: 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Circulation 700. Order No. 1502. Date of publication
Date of publication. 30.03.2022

A record CMI PI № FS77-51956, registered by the Federal service for
supervision in the spherical of communications, information technology and
public communications on November 29, 2012
Printed in the Publishing house of the RGATU. Address of the publishing house,
printing house:
Ryazan, Kostycheva str., 1., room 103. the price of the publication is 185 rubles.
50 kopecks. Subscription index of the publication in the catalogue "Press of
Russia" 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЕЛИЗАРОВ А. О., УШАКОВ Р. Н. Оценка устойчивости плодородия чернозёма выщелоченного методами многомерной статистики.	5
ЗАХАРОВА О. А., ЧЕРКАСОВ О. В., ЕВСЕНКИН К. Н., МУСАЕВ Ф. А., ФАТЬЯНОВ С. О. Статистические исследования производства ячменя в Рязанской области и прогноз урожайности культуры.	19
КУКУШКИНА Т. Р., САЙТХАНОВ Э. О., СЕМЕНОВ В. Г. Сравнительная производственная эффективность химических средств, применяемых для дезинфекции козоводческой фермы.	26
ЛУЗОВА А. В., СЕМЕНОВ В. Г., МОРОЗОВА Н. И., МУСАЕВ Ф. А., МИХАЙЛОВА Р. В., ТИХОНОВ А. С. Обеспечение здоровья и стимуляция неспецифической резистентности организма молочных коров.	34
МИРСАЛАХОВА Л. М. Система инъекционного орошения.	42
ПРИСТУПА В. Н., КРОВОТА О. Е., САВЕНКОВА М. Н., ТОРОСЯН Д. С., УБУШИЕВА В. С. Инновационные технологии в селекционном процессе совершенствования скота калмыцкой породы	50
САЗОНКИН К. Д., НИКИТОВ С. В., ВИНОГРАДОВ Д. В. Возделывание крамбе абиссинской в условиях Рязанской области.	61
ХОРОШАЙЛО Т. А., СЕРДЮЧЕНКО И. В., КОЗУБОВ А. С. Влияние девастина на инвазирование помесного осетра моногенетическим сосальщиком <i>Dactylogyrus Vastator</i> .	69
ХРОМОВА Л. Г., МИРОШИНА С. Е., МИРОШИН С. Е., МОРОЗОВА Н. И. Комплексная оценка молока коров голштинской породы различного экогенеза, производимого в условиях интенсивной технологии.	75
ШАХМУРЗОВ М. М., ШЕВХУЖЕВ А. Ф., КОНИК Н. В., ГОСТЕВА Е. Р., АЛАГИРОВА Ж. Т. Характеристика племенного стада симментальской породы по основным селекционируемым признакам.	83

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЕСЕНИН М. А., БОГДАНЧИКОВ И. Ю., БОРЫЧЕВ С. Н., БЕЗНОСЮК Р.В., БАЧУРИН А.Н. Лабораторные исследования оптимальных параметров разравнивающего устройства агрегата для утилизации незерновой части урожая.	92
ЛАТЫШЕНОК Н. М., ЛАТЫШЕНОК М. Б., МАКАРОВ В. А., ШЕМЯКИН А. В., СЛОБОДСКОВА А. А. Динамика развития насекомых-вредителей и микроорганизмов в семенном зерне в герметичном контейнере с разреженной воздушной средой.	99
НОВИКОВ Н. М., КУКУШКИНА Т. Р., ШЕМЯКИН А. В. Теоретические аспекты воздействия кавитационной струи на загрязнение.	108
ПЛОТНИКОВ С. А., ЗАБОЛОТСКИХ Г. Э., КАНТОР П. Я., ВТЮРИНА М. Н. Исследование свойств новых топлив для автотракторной техники.	117
САВЕЛЬЕВ А. П., БЕЛОВА Т. И., СТАРЧЕНКО Е. В. Улучшение показателей безопасности функционирования сельскохозяйственных автотранспортных машин.	126
СИМДЯНКИН А. А. Физические основы расширения функциональных возможностей тренажеров.	135
СТЕПАШКИНА А. С., ЛИМАРЕНКО Н. В., УСПЕНСКИЙ И. А., ЮХИН И. А., РЯБЧИКОВ Д. С. Обоснование выбора оптимального маршрута транспортировки зерна при внутривозвездных перевозках.	141
УТОЛИН В. В. Повышение эффективности приготовления кукурузных кормов.	150
ФАДЕЕВ И. В. Парк автомобилей как определяющий фактор развития системы автосервиса.	159
ГОНЧАРОВ А. В., ГАСПАРЯН И. Н., ПИВОВАРОВ В. Ф., ЛЕВШИН А. Г. Биоморфологическая характеристика плодов сортообразцов тыквы (<i>Cucurbita</i>) для механизированного возделывания в умеренной зоне.	168



Content

AGRICULTURAL SCIENCE

- ELIZAROV A. O., USHAKOV R. N.** Evaluation of the stability of leached chernozem fertility by methods of multivariate statistics. 5
- ZAKHAROVA O. A., CHERKASOV O. V., EVSENKIN K. N., MUSAEV F. A., FATYANOV S. O.** Statistical studies of barley production in Ryazan region and the forecast of crop yield. 19
- KUKUSHKINA T. R., SAITKHANOV E. O., SEMENOV V. G.** Comparative production efficiency of chemicals used for disinfection of the a goat farm. 26
- LUZOVA A. V., SEMENOV V. G., MOROZOVA N. I., MUSAEV F. A., MIKHAILOVA R. V., TIKHONOV A. S.** Ensuring health and stimulation of nonspecific resistance of dairy cows. 34
- MIRSALAKHOVA L. M.** The injection of irrigation system. 42
- PRYSTUPA V. N., KROTOVA O.E., SAVENKOVA M. N., TOROSYAN D. S., UBUSHIEVA V. S.** Innovative technologies in the breeding process improvement of kalmyk cattle. 50
- SAZONKIN K. D., NIKITOV S. V., VINOGRADOV D. V.** Cultivation of Abyssinian krambe in the Ryazan region. 61
- KHOROSHAILO T. A., SERDYUCHENKO I. V., KOZUBOVA A. S.** Influence of devastin on invasion of crossbred sturgeon by monogenetic fluke *Dactylogyus Vastator*. 69
- KHROMOVA L. G., MIROSHINA S. E., MIROSHIN S. E., MOROZOVA N. I.** Complex evaluation of milk of Holstein cows of various ecogenesis produced under conditions of intensive technology. 75
- SHAKHMURZOV M. M, SHEVKHUZHEV A. F., KONIK N. V., GOSTEVA E. R., ALAGIROVA ZH.T.** Characteristics of the breeding herd of the simmental breed according to the main selected characteristics. 83

TECHNICAL SCIENCE

- ESENIN M. A., BOGDANCHIKOVI. YU., BORYCHEV S. N., BEZNOSYUK R. V., BACHURIN A. N.** Laboratory studies of the optimal parameters of the leveling device of the unit for the utilization of the non-grain part of the crop. 92
- LATYSHENOK N. M., LATYSHENOK M. B., MAKAROV V. A., SHEMYAKIN A. V., SLOBODSKOVA A. A.** Dynamics of the development of insect pests and microorganisms in the seed grain in an airtight container with a rarefied air environment 99
- NOVIKOV N. M., KUKUSHKINA T. R., SHEMYAKIN A. V.** Theoretical aspects of the impact of a cavitation jet on pollution 108
- PLOTNIKOV S. A., ZABOLOTSKIKH G. E., KANTOR P. YA., VTYURINA M. N.** Investigation of properties of New Fuels for Automotive equipment. 117
- SAVELYEV A. P., BELOVA T. I., STARCHENKO E. V.** Improving the safety performance of agricultural vehicles 126
- SIMDIANKIN A. A.** Physical basics of expanding the functionality of simulators. 135
- STEPASHKINA A. S., LIMARENKO N. V., USPENSKY I. A., YUKHIN I. A., RYABCHIKOV D. S.** Justification of the choice of the optimal route for grain transportation during on-farm transportation. 141
- UTOLIN V.V.** Improving the efficiency of corn feed preparation 150
- FADEEV I. V.** Car park as a definitive factor development of car service system. 159
- GONCHAROV A.V., GASPARYAN I.N., PIVOVAROV V.F., LEVSHIN A.G.** Biomorphological characteristics of fruits of pumpkin varieties (*Cucurbita*) for mechanized cultivation in the temperate zone 168



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с.5-18
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, № 1 pp. 5-18

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.452:631.47
DOI: 10.36508/RSATU.2022.77.33.001

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ

Андрей Олегович Елизаров ¹✉, Роман Николаевич Ушаков ²

^{1,2} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,
г. Рязань, Россия

¹ Elder-1@yandex.ru

² r.usakov1971@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью данной работы является установление структуры и степени взаимосвязей между сводным показателем качества почвы и почвенными параметрами. В исследовании выявлено значение для плодородия почвы взаимосвязи количества каждого из его показателей по отдельности, а также степень приближения к оптимальному соотношению между почвенными показателями в целостном проявлении.

Методология. Работа выполнена по материалам агрохимического обследования и лабораторных анализов, проведенных на черноземе выщелоченном среднесуглинистом. В почвенных образцах устанавливали: кислотность в солевой вытяжке ($pH_{2ксл}$), гидrolитическую кислотность (Hr), подвижный фосфор (P_2O_5), органическое вещество (гумус), обменный калий (K_2O). Объем проанализированной выборки составил 224 образца.

Результаты. Рассчитаны парные коэффициенты корреляции между бонитетом и почвенными свойствами. Наиболее тесная связь наблюдалась по отношению к бонитету у гумуса ($r=0,48$), у P_2O_5 ($r=0,38$), у солевой кислотности ($r=0,37$), у K_2O ($r=0,30$), слабее у Hr ($r=0,26$), у V ($r=0,27$), у Mg^{2+} ($r=0,17$). Связь Ca^{2+} с бонитетом оказалась недостоверной ($p>0,05$). При исключении гумуса или K_2O связь между ними и бонитетом усиливается. Гумус не повлиял на связь бонитета с Mg^{2+} ($r_{yx,z} = 0,01$) и несколько снизил зависимость бонитета от V ($r_{yx,z} = 0,29$) и P_2O_5 ($r_{yx,z} = 0,45$).

Заключение. Инструментом для понимания организации устойчивости плодородия являются различные методы многомерной статистики. Они позволяют на основе сформировавшегося в результате агрохимического обследования полей почвенных свойств установить оптимальную структуру соотношений между почвенными свойствами, их комплексное и совокупное участие в формировании устойчивости. Изменения в какую либо из сторон числовых значений показателей разобщает структурное единство почвенных свойств, т.к. некоторые из них выпадают из регрессии, а это влечет к нарушению комплексности плодородия, искажению оценки ее устойчивости.

Ключевые слова: плодородие, почва, бонитет, качество почвы, факторный анализ.

Для цитирования: Елизаров А.О., Ушаков Р.Н. Оценка устойчивости плодородия чернозёма выщелоченного методами многомерной статистики // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 5-18 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.77.33.001>



Original article

EVALUATION OF THE STABILITY OF LEACHED CHERNOZEM FERTILITY BY METHODS OF MULTIVARIATE STATISTICS**Andrey O. Elizarov**¹✉, **Roman N. Ushakov**²^{1,2} Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia¹ Elder-1@yandex.ru² r.usakov1971@mail.ru**Abstract.**

Problem and purpose. The purpose of this work is to establish the structure and degree of relationships between the summary indicator of soil quality and soil parameters. The study revealed the importance for soil fertility of the relationship between the quantity of each of its indicators separately, as well as the degree of approximation to the optimal ratio between soil indicators in a holistic manifestation.

Methodology. The work is based on the materials of agrochemical examination and laboratory analyzes carried out on leached medium loamy chernozem. The following were determined in soil samples: acidity in salt extract ($\text{pH}_{2\text{KCl}}$), hydrolytic acidity (Hr), available phosphorus (P_2O_5), organic matter (humus), and exchangeable potassium (K_2O). The volume of the analyzed sample was 224 samples.

Results. Paired correlation coefficients between bonitet and soil properties are calculated. The closest relationship was observed in relation to the quality of humus ($r=0.48$), for P_2O_5 ($r=0.38$), for hydrochloric acidity ($r=0.37$), for K_2O ($r=0.30$), weaker in H₂ ($r=0.26$), for V ($r=0.27$), for Mg^{2+} ($r=0.17$). The connection of Ca^{2+} with the bonitet turned out to be unreliable ($p>0.05$). With the exclusion of humus or K_2O , the relationship between them and the bonitet intensifies. Humus did not affect the relationship between quality index and Mg^{2+} ($r_{yx.z} = 0.01$) and somewhat reduced the dependence of quality index on V ($r_{yx.z} = 0.29$) and P_2O_5 ($r_{yx.z} = 0.45$).

Conclusion. A tool for understanding the organization of fertility sustainability are various methods of multivariate statistics. They allow, on the basis of the soil properties formed as a result of agrochemical survey of fields, to establish the optimal structure of the relationship between soil properties, their complex and cumulative participation in the formation of resistance. Changes in any of the directions of the numerical values of the indicators disunite the structural unity of soil properties, tk. some of them fall out of the regression, and this leads to a violation of the complexity of fertility, a distortion of the assessment of its stability.

Key words: fertility, soil, bonitet, soil quality, factor analysis

For citation: Elizarov A.O., Ushakov R.N. Evaluation of the stability of leached chernozem fertility by methods of multivariate statistics. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). С 5-18 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.77.33.001>

Введение

Для принятия эффективных решений по улучшению почвенного плодородия важное значение имеет мониторинг. Это особенно важно в свете современных проблем, связанных с ухудшением состояния почвенных свойств (Фрид, 1999; Водяницкий и др., 2011; Сычев и др., 2012, 2017; Кудеяров и др., 2017), загрязнением тяжелыми металлами (Водяницкий и др., 2017), засухами (Ray и др., 2018).

Большинство процессов, происходящих в почве, взаимосвязаны. Они отражаются в почвенных свойствах, между которыми прослеживается как прямая, так и косвенная связь. Для интегрального выражения свойств и их оценки используется бонитет. Таким образом, бонитет способен меняться под влиянием различных факторов. Факторный анализ (ФА) служит для выявления этих показателей, изучения степени их влияния, их анализа. ФА исследует строение корреляционных или ковариационных матриц.

Огромную важность для понимания почвенного плодородия имеют сведения о бонитете почв и роли (месте) почвенных свойств в его формировании, выраженные в форме структурных связей.

Применение метода главных компонент, на-

правленного не только на получение необходимой информации из всего ее объема, но и на установление структурных взаимосвязей, является одним из методов решения вышеуказанных проблем. При графическом его представлении происходит переход от исходной системы координат признаков к ортогональной системе координат главных компонент.

Смысл метода состоит в поиске в исходном пространстве гиперплоскости заданной размерности. Выбор останавливается на той гиперплоскости, ошибка проектирования данных на которую будет минимальной в смысле суммы квадратов отклонений [1,2]. Этот метод применяется для обработки информации и сведений по почвам [3-12,16-17], другим объектам [13-15,18].

Главным образом, потенциал плодородия зависит не от количества каждого из его показателей по отдельности, а от уровня приближения к оптимальному соотношению между почвенными показателями в целостном проявлении. В свою очередь, расчет бонитета (интегральная оценка) позволяет увидеть комплексную оценку. Конечно, при прочих равных гидрологических, орологических, климатических и других условиях, почвы с низкокачествен-



ными свойствами будут иметь низкий бонитет.

Материалы и методы исследований

Работа выполнена по материалам агрохимического обследования и лабораторных анализов, проведенных на черноземе выщелоченном среднесуглинистом. В почвенных образцах устанавливали: кислотность в солевой вытяжке (pH_{2kcl}) (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность (Нг) определяли по методу Каппена; в свою очередь, обменный калий (K_2O) и подвижный фосфор (P_2O_5) определяли по методу Кирсанова (ГОСТ 26204-91); а по методу Тюриня (ГОСТ 26213-91) определяли органическое вещество (гумус), обменные формы кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) – атомно-адсорбционным методом (ГОСТ 26487-85).

В почвенных образцах определяли: кислотность в солевой вытяжке (pH_{2kcl}), гидролитическую кислотность (Нг), подвижный фосфор (P_2O_5), органическое вещество (гумус), обменный калий (K_2O). Объем проанализированной выборки составил 224 образца.

Статистические анализы выполнены с помощью программного продукта STATISTICA 10. Для выделения групп (двух) использовали кластерный анализ (КА). Проверку значимости различий между средними значениями в группах определяли дисперсионным анализом ANOVA. Для разделения почвенных свойств на группы и определения их вклада, использовали дискриминантный анализ (ДА). Принималось условие, что только участие всех почвенных показателей в дискриминации может служить признаком качественной классификации. Извлечение факторов проводили при помощи факторного анализа (ФА).

Результаты исследований

Бонитет коррелировал не со всеми почвенными показателями. Отсутствовала достоверная связь с Нг, Ca^{2+} и Mg^{2+} (табл. 1). Исключить данные показатели было бы неправильно, т.к. это противоречит понятию бонитета, как интегрального показателя комплексной оценки состояния плодородия почвы.

Таблица 1 – Зависимость бонитета (коэффициента корреляции) от почвенных показателей

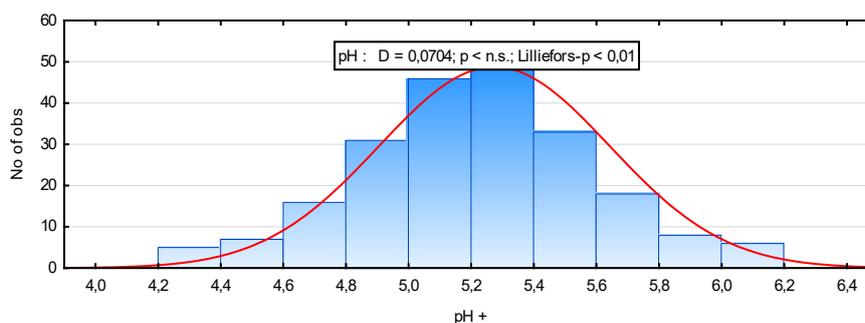
Параметр	Бонитет
Обменная кислотность, (рН)	0,47
Гидролитическая кислотность (Нг), мг-экв/100 г	-0,12*
Обменный калий, (K_2O), мг/кг	0,52
Гумус, %	0,20
Обменные формы кальция, (Ca^{2+}), мг-экв/100 г	0,13*
Обменные формы магния, (Mg^{2+}), мг-экв/100 г	-0,02*
Степень насыщенности почвы основаниями, (V), %	0,14
Подвижный фосфор, (P_2O_5), мг/кг	0,62

Примечание: звездочкой отмечено отсутствие достоверной связи ($p > 0,05$)

Поэтому было решено сгруппировать данные по бонитету, предварительно их скорректировать, чтобы привести к нормальному распределению, что важно перед линейными анализами. Для этого были построены соответствующие графики с учетом исключения высоких показателей по каждому из почвенных параметров. Границы исключений и

результаты приведены на рисунке 1.

В целях контроля за соответствием распределения нормальному закону был использован критерий Колмогорова-Смирнова. При уровне значимости (p) больше 0,05 гипотеза о нормальном распределении принимается.



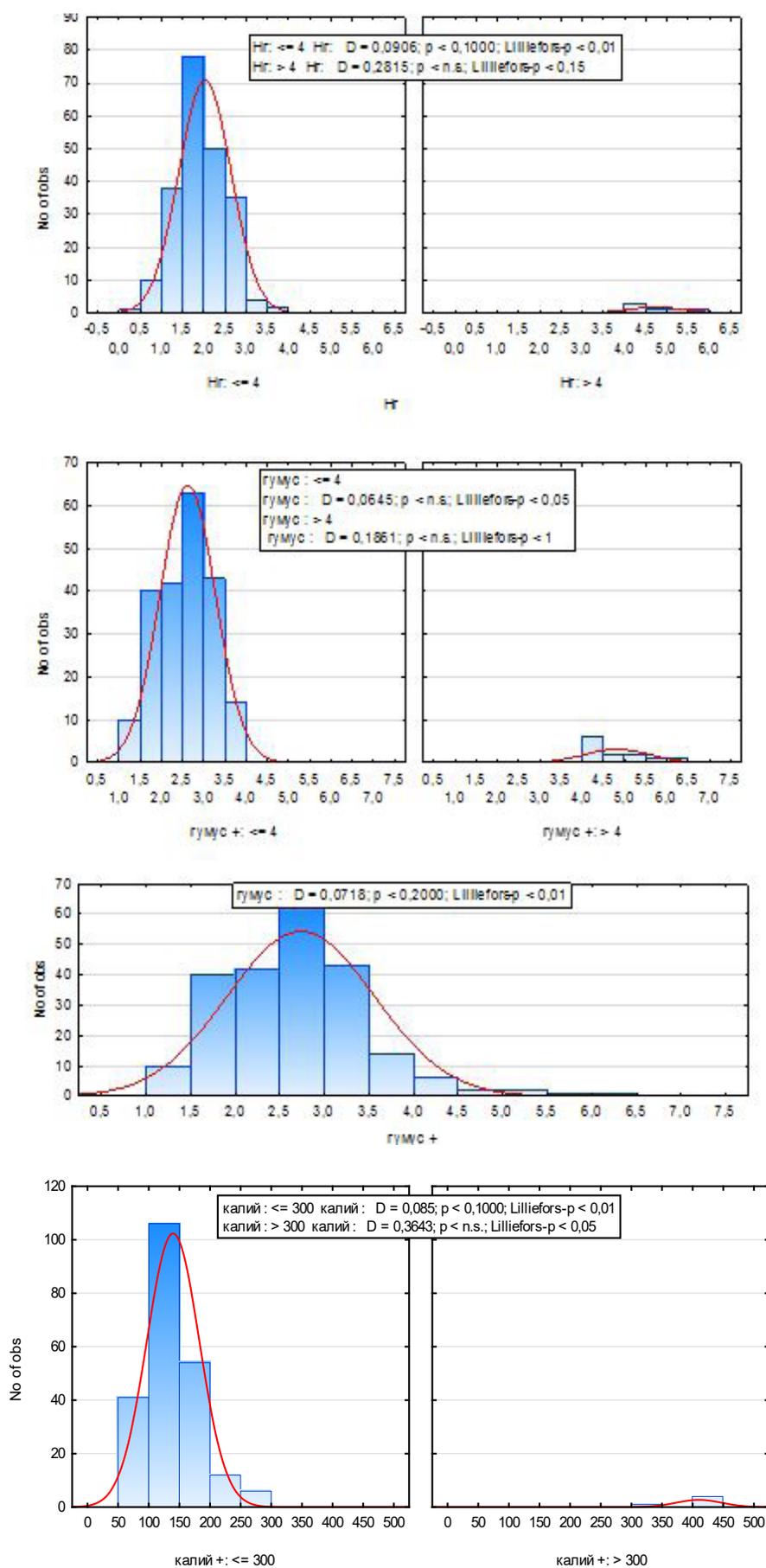
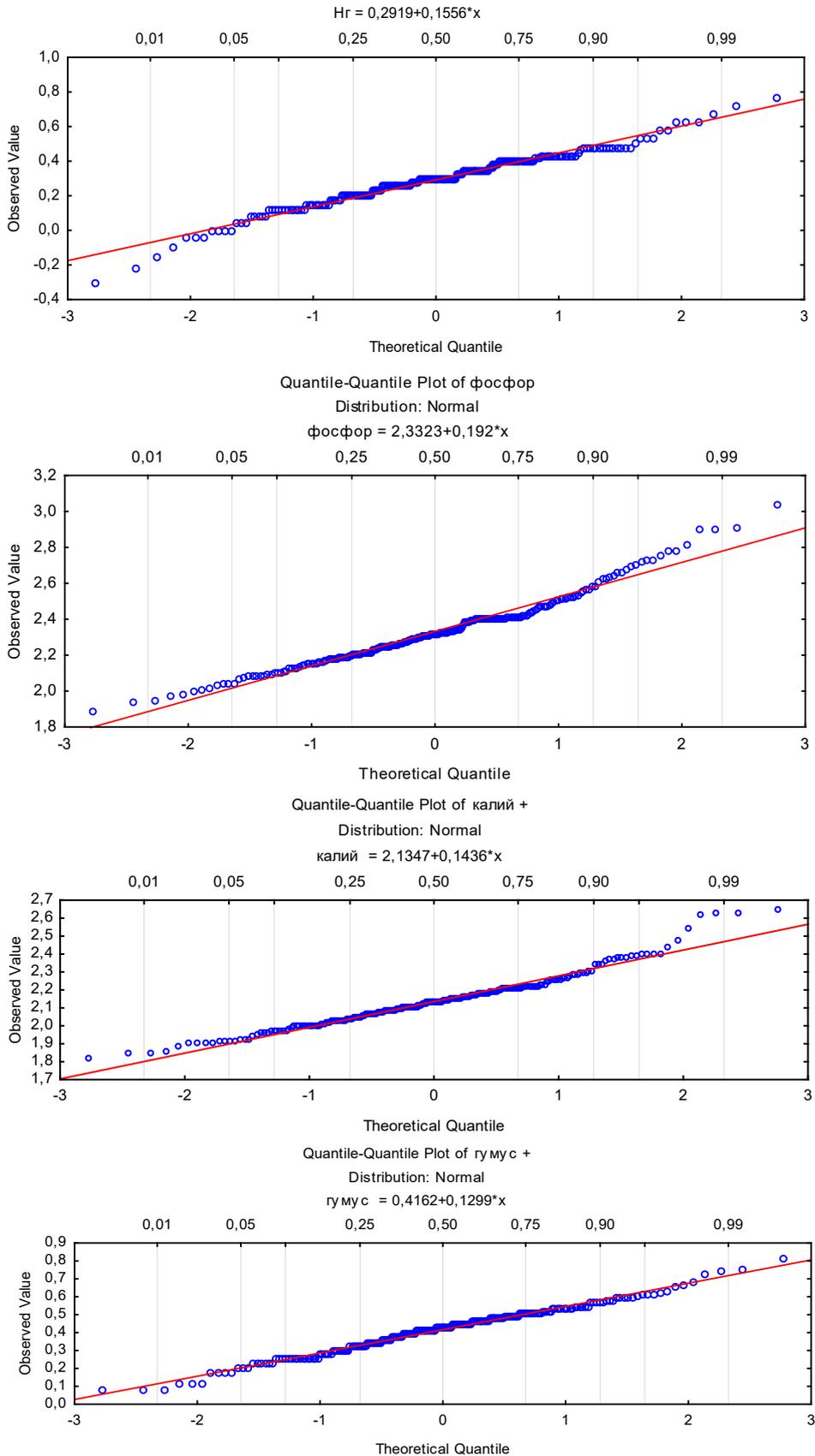


Рис. 1 – Условия выполнения закона нормального распределения (Conditions for the fulfillment of the law of normal distribution)



Нормальное распределение было только по рН и гумусу. Поэтому потребовалось провести подгонку к нормальному распределению. Для этого надо изменить данные, чтобы они стали нормальными. Логнормальные признаки нужно прологарифмировать. Для этого использовали десятичный логарифм.

Результаты представлены на рисунке 2. Как видно, почти все точки ложатся прямо на линию. Это характерно для нормального распределения. А низкие и высокие значения не так уж сильно отклоняются.



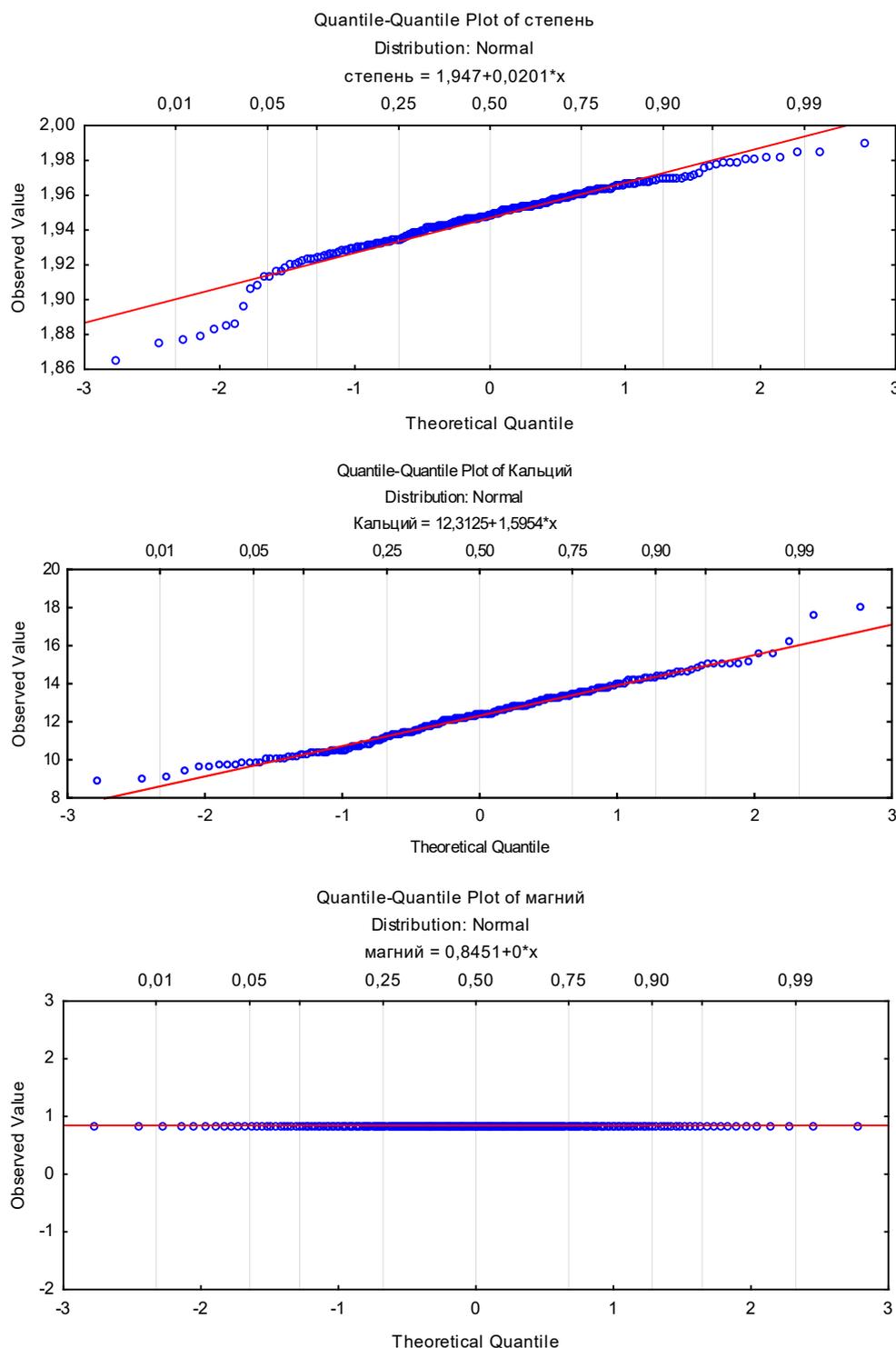


Рис. 2 – Графики распределения почвенных показателей с нормальной подгонкой (Plots of the distribution of soil indicators with a normal fit)

Далее были построены графики распределения почвенных показателей с логнормальной подгонкой. Были рассчитаны значения экспоненты (натуральные логарифмы). Например, для Нг она составила 0,672 (2,720,672 – Нг=1,96). Средняя арифметическая составила 2,08, т.е. превышает оценку математического ожидания (истинного среднего – 1,96) всего на 0,12 мгэкв/100 г почвы.

Это не может считаться критичным. Не критичным можно считать превышение средней арифметической истинной средней.

Далее потребовалось провести группировку по бонитету. Пробовали несколько вариантов и выбрали вариант, при котором достигалось достоверное участие большинства почвенных параметров. В итоге, разделение было осуществлено



на две группы: 1 группа – среднее значение бонитета 94 ед., 2 группа – 83 ед. (табл. 2). Как можно видеть из таблицы 2, содержание P_2O_5 и K_2O , гумуса в первой группе было больше по сравнению

со второй группой. При этом различия оказались достоверными по всем почвенным свойствам, за исключением Ca^{2+} .

Таблица 2 – Статистика почвенных параметров и бонитета по группам

Группа	P_2O_5 , мг/кг	pH	Hг, мг-экв/100 г	K_2O , мг/кг	Гумус, %	Ca^{2+} , мг-экв/100 г	Mg^{2+} , мг-экв/100 г	V, %	Балл
1	222±4	5,4±0,04	1,9±0,06	164±6	3,2±0,08	12±0,2	5±0,3	90±0,4	94±0,6
2	183±5	5,1±0,03	2,3±0,07	129±6	2,4±0,06	12±0,1	4±0,2	88±0,4	83±0,8

Рассмотрим результаты дисперсионного анализа ($r = 0,71$). Для (P_2O_5) сумма квадратов отклонений была равна 83356,3, дисперсия составляла 83356,3, фактическое значение отношения Фишера = 37, уровень значимости был равен 0,000000. Для (pH) сумма квадратов отклонений была равна 4,2, дисперсия составляла 4,2, фактическое значение отношения Фишера было равно 36, уровень значимости был равен 0,000000. Для (Hг) сумма квадратов отклонений равнялась 8,5, дисперсия составляла 8,5, фактическое значение отношения Фишера равнялось 16, уровень значимости был равен 0,000089. Для (K_2O) сумма квадратов отклонений была равна 68801,1, дисперсия составляла 68801,1, фактическое значение отношения Фишера = 22, уровень значимости был равен 0,000004. Для гумуса сумма квадратов отклонений равнялась 34,1, дисперсия составляла 34,1, фактическое значение отношения Фишера равнялось 65, уровень значимости был равен 0,000000. Для (Ca^{2+}) сумма квадратов отклонений была равна 7,6, дисперсия составляла 7,6, факти-

ческое значение отношения Фишера = 3, уровень значимости был равен 0,083924. Для (Mg^{2+}) сумма квадратов отклонений равнялась 57,9, дисперсия составляла 57,9, фактическое значение отношения Фишера равнялось 6, уровень значимости был равен 0,012664. Для (V) сумма квадратов отклонений была равна 274,3, дисперсия составляла 274,3, фактическое значение отношения Фишера = 17, уровень значимости был равен 0,000043. Балл для суммы квадратов отклонений был равен 6548,8, дисперсия составляла 6548,8, фактическое значение отношения Фишера было равно 107, уровень значимости был равен 0,000000.

Парные коэффициенты корреляции между бонитетом и почвенными свойствами представлены в таблице 3. Наиболее тесная связь наблюдалась по отношению к бонитету у гумуса ($r=0,48$), у P_2O_5 ($r=0,38$), у pH ($r=0,37$), у K_2O ($r=0,30$), слабее у Hг ($r=0,26$), V ($r=0,27$), у обменного Mg^{2+} ($r=0,17$). Связь Ca^{2+} с бонитетом оказалась недостоверной ($p>0,05$).

Таблица 3 – Парная корреляция между почвенными параметрами и классами бонитета

Параметр	Бонитет
Обменная кислотность, (pH)	0,37
Гидролитическая кислотность (Hг), мг-экв/100 г	0,26
Обменный калий, (K_2O), мг/кг	0,30
Гумус, %	0,48
Обменные формы кальция, (Ca^{2+}), мг-экв/100 г	0,12
Обменные формы магния, (Mg^{2+}), мг-экв/100 г	0,17
Степень насыщенности почвы основаниями, (V), %	0,27
Подвижный фосфор, (P_2O_5), мг/кг	0,38

Если корреляция между двумя переменными уменьшается, и мы фиксируем другую случайную величину, то это означает, что их взаимозависимость происходит частично благодаря влиянию этой переменной. В случае, если частная корреляция равна нулю или очень мала, можно сделать вывод, что их взаимозависимость полностью обусловлена только их влиянием и абсолютно не зависит от третьего значения.

И наоборот, в случае, когда частная корреляция выше, чем начальная корреляция между двумя значениями, можно сделать вывод, что другие значения уменьшили связь, так сказать, «скрыли» (замаскировали) корреляцию. Учитывая вышеизложенное, мы рассчитали частные корреляции.

Для 2-нормальных или почти нормальных зна-

чений индекс корреляции между ними может использоваться как мера взаимозависимости, что было продемонстрировано обширным набором результатов.

В то же время при интерпретации «взаимозависимости» часто возникают следующие трудности: если один показатель коррелирует с другим, это может означать, что только эти два показателя коррелируют с третьим показателем (или их комбинацией), не включенным в модель и поэтому невидимым. Эта ситуация приводит к изучению условных соотношений между двумя величинами при четких и фиксированных значениях других величин. Это называется частичной корреляцией.

Также важно отметить, что корреляция – это не то же самое, что причинно-следственная связь.



Иными словами, даже при крайности этого рассуждения нельзя с абсолютной уверенностью говорить о наличии причинной связи: источником этой связи могут быть величины, совершенно отличные от рассматриваемых в нашем анализе.

Предположения о причинности должны иметь

свое собственное в статистическое основание и при обычной, и при частной корреляции.

В таблице 4 показаны значения корреляции первого порядка при исключении одного из почвенных параметров.

Таблица 4 – Частная корреляция первого порядка ($r_{yx.z}$)

Переменные	Hг, мг-экв/100 г	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г	V, %	P ₂ O ₅ , мг/кг
При исключении pH						
Группа бонитета	0,15	0,27	0,52	0,22	0,16	0,27
При исключении Hг						
	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г	V, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	pH
Группа бонитета	0,37	0,51	0,11	0,08	0,36	0,31
При исключении P ₂ O ₅						
	pH	Hг, мг-экв/100 г	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г	V, %
Группа бонитета	0,26	-0,23	0,17	0,53	0,18	0,24
При исключении K ₂ O						
	Гумус, %	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г	Степень	pH	P ₂ O ₅ , мг/кг	Hг, мг-экв/100 г
Группа бонитета	0,46	0,20	0,34	0,35	0,30	-0,34
При исключении гумуса						
	Hг, мг-экв/100 г	V, %	K ₂ O, мг/кг	pH	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г	P ₂ O ₅ , мг/кг
Группа бонитета	-0,33	0,29	0,27	0,46	-0,01	0,45
При исключении Mg ²⁺						
	Hг, мг-экв/100 г	V, %	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	pH
Группа бонитета	-0,23	0,22	0,32	0,45	0,39	0,40
При исключении V						
	Hг, мг-экв/100 г	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	pH	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г
Группа бонитета	-0,03	0,37	0,49	0,36	0,31	0,05

Для Mg²⁺ значения частной корреляции оказались выше парных коэффициентов, следовательно, pH оказывает влияние на связь гумуса и Mg²⁺ с бонитетом, в частности, ослабляя ее. Принимая во внимание незначительные расхождения (в пределах сотых), можно пренебречь заключением об ослаблении корреляции с бонитетом. Что касается других показателей, то pH искажает их связи с бонитетом в сторону ее увеличения.

При исключении K₂O ослабла связь с бонитетом и физико-химическими характеристиками – Mg²⁺, Hг и V. Аналогично ослабление связи между K₂O и бонитетом при исключении Hг: парная корреляция (r_{yx}) составила 0,30, частная (r_{yx.z}) – 0,37. Это значит, что K₂O коррелирован с Hг.

Очень низкие значения r_{yx.z} между Mg²⁺, V и

бонитетом указывают на их собственное воздействие (гидролитическая связь не ослабла и не усилила зависимость).

При исключении гумуса или K₂O связь между ними и бонитетом усиливается. Например, при фиксированном значении гумуса r_{yx.z} между бонитетом и K₂O составил 0,27, при более высоком значении r_{yx}, равном 0,30, гумус не повлиял на связь бонитета с Mg²⁺ (r_{yx.z} = 0,01) и несколько снизил зависимость бонитета от V (r_{yx.z} = 0,29) и P₂O₅ (r_{yx.z} = 0,45).

Исключая гумус, уменьшается r_{yx.z} по сравнению с r_{yx.zv} между бонитетом и остальными почвенными параметрами. Это указывает на участие органического вещества в отмеченных связях (за



исключением с Mg^{2+} с бонитетом). Вклад гумуса (определили по коэффициенту детерминации – r^2 , объясняющему долю дисперсии результивного признака) в бонитет при исключении рН составляет 27 %. С ее участием она снижается до 23 %, поэтому доля участия рН в связи гумуса с бонитетом составляет 4 %. По K_2O и P_2O_5 картина обратная: значения r^2_{yx} выше $r^2_{yx,z}$ на 0,02 и 0,07 ед. соответственно, В этом случае рН способствует увеличению вклада K_2O и P_2O_5 в бонитет на 2 % и 7 % соответственно.

Исключение P_2O_5 и K_2O (частная корреляция второго порядка – $(r_{yx,zv})$) увеличило значения

$r_{yx,zv}$ относительно $r_{yx,z}$ в отношении Нг ($r_{yx,zv} = 0,29$), Mg^{2+} ($r_{yx,zv} = 0,20$), гумуса ($r_{yx,zv} = 0,48$), V ($r_{yx,zv} = 0,30$), что свидетельствует об ослаблении связи указанных параметров с бонитетом (табл. 5). По-видимому, на фоне высокой обеспеченности черноземов выщелоченными элементами питания, участие отмеченных показателей в формировании снижается. Поэтому для улучшения комплексной оценки плодородия почвы необходимо дополнительное внимание уделять почвенной кислотности и гумусу. Повышение P_2O_5 и K_2O в почве усиливает вклад рН в бонитет ($r_{yx,z} = 0,37 > r_{yx,zv} = 0,27$).

Таблица 5 – Частная корреляция второго порядка ($r_{yx,z}$)

Переменные	Нг, мг-экв/100 г	Ca^{2+} , мг-экв/100 г	рН	Mg^{2+} , мг-экв/100 г	Mg^{2+} , мг-экв/100 г	V, %
Бонитет	-0,29	0,19	0,27	0,20	0,51	0,30

В таблице 6 представлены частные коэффициенты корреляции шестого порядка ($r_{yx,zv,\dots}$). Их значения незначительно оказались выше r_{yx} (табл. 3) только по гумусу $r_{yx,zv,\dots} = 0,53$. По остальным показателям значение r_{yx} превышало $r_{yx,zv}$. На-

пример, суммарный вклад Нг, K_2O , P_2O_5 , Mg^{2+} и V в усилении зависимости бонитета от рН составил около 7 %. Аналогично по Нг – 4 %, K_2O – 6 %, P_2O_5 – 7 %.

Таблица 5 – Частная корреляция второго порядка ($r_{yx,zv}$)

Параметр	Группа
Обменная кислотность, (рН)	0,25
Гидролитическая кислотность (Нг), мг-экв/100 г	-0,18
Обменный калий, (K_2O), мг/кг	0,18
Гумус, %	0,53
Обменные формы кальция, (Ca^{2+}), мг-экв/100 г	0,03
Обменные формы магния, (Mg^{2+}), мг-экв/100 г	0,08
Степень насыщенности почвы основаниями, (V), %	0,26
Подвижный фосфор, (P_2O_5), мг/кг	0,25

Таким образом, вычисление парной и частной корреляции между бонитетом и почвенными параметрами, сравнение значений коэффициентов между собой позволили установить не только количественные характеристики статистической связи, но и ее качественные особенности. Их физический смысл сводится к определению условий, при которых в одних случаях зависимость бонитета от почвенных свойств усиливается, в других ослабевает по причине добавления в корреляцию вклада других свойств. Так, при положительной корреляции между рН и бонитетом, а также K_2O , P_2O_5 и бонитетом, например, снижение кислотности почвы еще в большей степени усилит участие элементов питания в улучшении оценки плодородия почвы. Установлено также взаимное усиление влияния на бонитет P_2O_5 и K_2O (на 5-6 %). Информация о парных и частных корреляциях служит дополнением к методологии познания и понимания структурной схемы организации плодородия почвы и ее соответствующей оценки.

Бонитет, как интегральный показатель, отражает участие одновременно нескольких почвенных показателей. Для подтверждения этого необходимо было провести множественную регрессию.

Эконометрическая модель, которой выражена зависимость одной объясняемой (эндогенной, результивной) переменной от двух или более объясняющих (экзогенных, факторных) переменных, называется множественной регрессией.

Множественная регрессия используется для создания модели с большим количеством факторов и одновременного определения влияния каждого отдельного фактора, а также их общего и комплексного влияния на моделируемый показатель. Эта модель показывает, как в среднем изменяется значение зависимой переменной Y (результативный признак) при изменении объясняющих переменных (факториальных признаков).

Модели могут быть линейными и нелинейными по характеру взаимосвязей (как по переменным, так и по параметрам). Чтобы иметь возможность оценить параметры модели с помощью метода наименьших квадратов, модели с нелинейными параметрами должны быть приведены к линейному логарифму.

Как в модели парной регрессии, так и в модели линейной регрессии основные предпосылки такие же. При этом некоррелированность объясняющих переменных друг другом (отсутствие мультикол-



линейности) оказывается важным дополнительным условием. Общепринято, что в случае, когда коэффициент корреляции между объясняющими переменными превышает по модулю 0,7, наблюдается явление мультиколлинеарности.

На рисунке 3 приведены коэффициенты корреляции

между почвенными показателями для проверки наличия мультиколлинеарности. Как можно увидеть, она отсутствует. Высокое значение корреляции (0,92) между Нг и V логично, т.к. V – это расчетный показатель, в котором учитывается Нг.

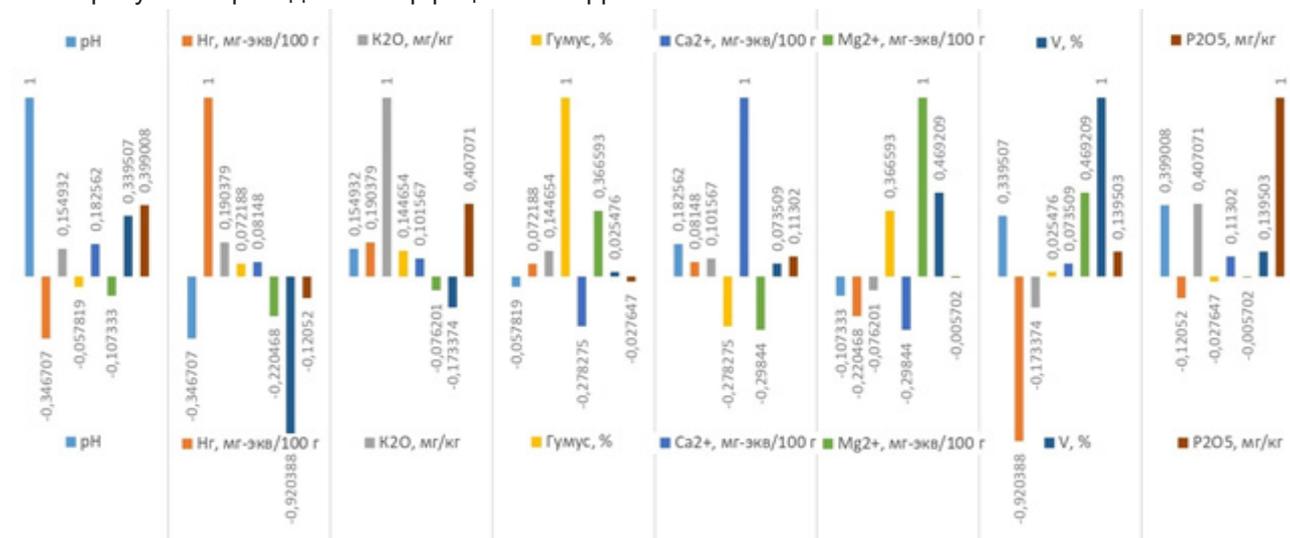


Рис.3 – Корреляция между почвенными показателями (независимыми предикторами) (Correlation between soil indicators (independent predictors))

Применительно к нашему случаю, гипотеза об отсутствии линейной связи отклоняется, т.к. значение F-статистики = 36,5 при уровне значимости < 0,00001.

Стандартизированный коэффициент регрессии (бета, по модулю) позволяет определить вклад почвенных показателей. Как видно из таблицы 7, он

максимальный у гумуса – (0,5), далее ранжируются Нг (0,38), P₂O₅ (0,23), pH (0,22), К₂O (0,15). При этом данные показатели достоверно (p<0,05) коррелировали с бонитетом. Исключение составила V. Множественный коэффициент корреляции составил 0,7, общий вклад в дисперсию около 50 %.

Таблица 7 – Итоги пошаговой регрессии для зависимой переменной «бонитет»

Параметр	Бета*	Ст. ошибка беты	B	Ст. Ошибка	Стьюдент	Уровень значимости
Пересечение			4,23	1,54	2,8	0,006439
Гумус, %	0,50	0,05	0,31	0,03	-10,0	0,000000
pH	0,22	0,06	0,29	0,08	-3,9	0,000131
P ₂ O ₅ , мг/кг	0,23	0,06	0,002	0,00	-4,0	0,000098
Нг, мг-экв/100 г	-0,38	0,13	-0,25	0,08	3,0	0,003414
К ₂ O, мг/кг	0,15	0,06	0,001	0,00	-2,6	0,009451
V, %	0,17	0,13	-0,02	0,02	1,3	0,183801

Примечание: * – стандартизированный коэффициент регрессии

Уравнение регрессии можно представить следующим образом:

Бонитет = 4,23+0,31 Гумус+0,29 pH+0,002 P₂O₅-0,25 Нг+0,001 К₂O

Уравнение выражает зависимость бонитета от гумуса, pH, P₂O₅, К₂O и Нг. Мы разделили бонитет на две группы. С учетом этого в нашем случае ожидаемо, что бонитет увеличится на один пункт, т.е. единицу группы при увеличении гумуса на 3,2 % (1/0,31) при условии неизменности pH, P₂O₅, К₂O и Нг. Аналогично улучшение бонитета может быть только при снижении pH не менее, чем на 3 единицы, и

увеличении Нг не менее, чем на 4 мг-экв/100 г.

Значения коэффициентов регрессии по P₂O₅ и К₂O в уравнении оказались низкими – 0,002 и 0,001 соответственно. Это связано с характером распределения значений по группам – в них входили одновременно как относительно высокие, так и относительно невысокие показатели (рис. 4) (это проявилось на фоне высокой общей межгрупповой вариации по P₂O₅ 25 % и К₂O 15 %). Из частотного распределения данных по К₂O видно, что процент случаев содержания элемента, например, свыше 150 мг/кг, в первой первой группе был равен 51 % (среднее содержание



164 мг/кг, табл. 2), а во второй группе составил 73 % (129 мг/кг), т.е. даже больше, чем в первой. При этом

различия по средним значениям между группами были достоверными ($p < 0,05$) на 35 мг/кг (164-129)

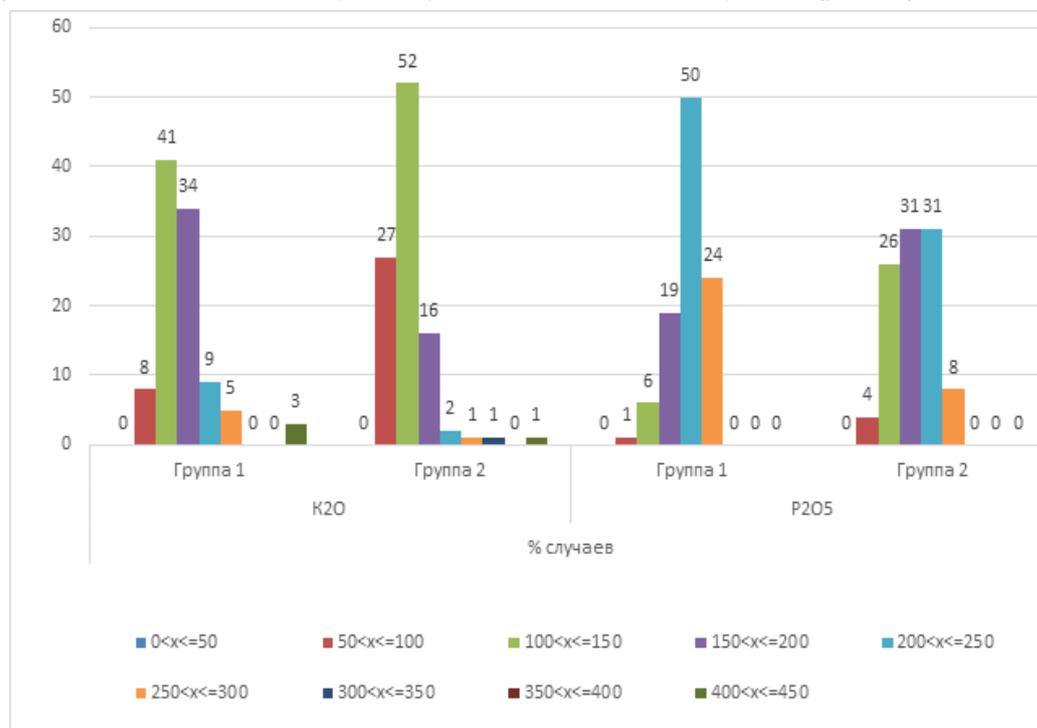


Рис. 4 – Частотное внутригрупповое распределение значений фосфора и калия (Frequency distribution of intragroup values of phosphorus and potassium)

В первой и второй группах приходилось 93 % и 70 % на P_2O_5 выше 150 мг/кг соответственно, т.е. частота распределения второй группы с меньшим средним содержанием элемента (183 мг/кг), чем в первой – 224 мг/кг, не сильно контрастировала с первой группой. Это также объясняет невысокие коэффициенты регрессии в уравнении для нашего частного случая. Если в расчете бонитета приоритетным был учет элементов питания, не исключая другие почвенные показатели, то вклад последних был бы недостоверным. Дисперсионный анализ прямо указывает на это.

Конечно, множественная линейная регрессия допускает нормальность остатков и линейные соотношения между переменными в уравнении.

Окончательный вывод может быть неправильным, если эти предположения игнорируются и нарушаются. График нормального распределения является хорошим индикатором того, являются ли отклонения от предположений значительными или нет.

Множественная регрессия предполагает наличие линейной зависимости между переменными уравнения и нормальным распределением остатков. Вывод может оказаться неверным, если этими допущениями пренебречь и нарушить. На рисунке 5 видно, что в выполненной нами множественной регрессии нет серьезных нарушений, о чем свидетельствует график нормальной вероятности остатков.

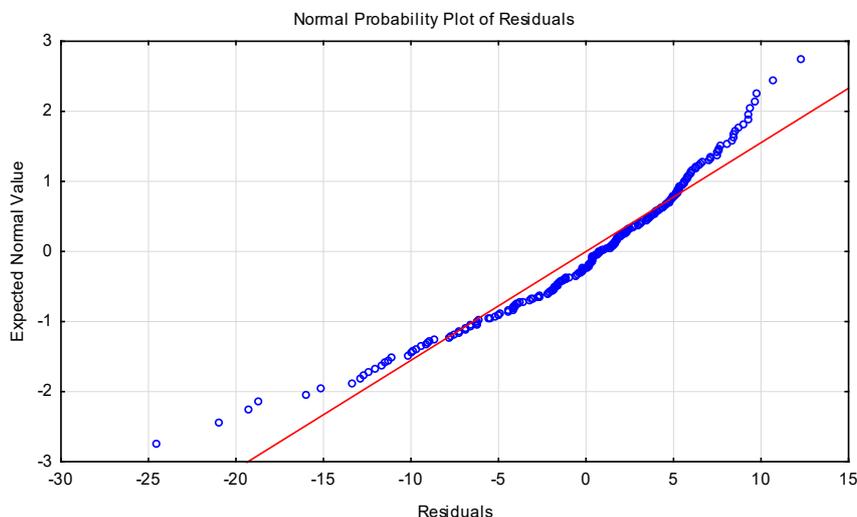


Рис. 5 – Индикатор нормальности остатков (Residual normality indicator)

Все значения ложатся на линию графика или близки к прямой линии графика, в случае, когда все наблюдаемые остатки нормально распределены. И наоборот, точки, показывающие остатки, отклоняются от прямой линии. Гистограмма остатков показана на рисунке 6.

Представленный на рисунке 5 график был построен следующим образом. В первую очередь ранжируются по порядку стандартизованные остатки. Основываясь на предположении, что показатели будут подчиняться нормальному распределению, Z-значения (т.е. стандартные значения нормального распределения) могут быть рассчитаны из рангов. Эти Z-значения отображаются на оси Y графика.

На рисунке 6 продемонстрировано, что распределение остатков подчиняется закону нормального распределения. Это было установлено по критерию Колмогорова-Смирнова. Так как уровень значимости больше 0,05, то гипотеза об

отсутствии нормального распределения не принимается.

Для идентификации экстремальных наблюдений следующим шагом необходимо исследовать характер исходных (нестандартизованных) или стандартизованных остатков.

Среди всего объема данных было зафиксировано только пять «выбросов». Масштаб, используемый на линейном графике, указан в терминах сигмы, то есть стандартного отклонения остатков. Если одно или несколько наблюдений выходят за пределы $\pm 3 \cdot \sigma$, требуется убрать эти наблюдения (используя условия отбора) и повторно провести анализ, чтобы убедиться в отсутствии систематической ошибки в ключевых результатах из-за этих выбросов в данных.

Чтобы наглядно в этом убедиться, оценим выбросы остатков, превышающих $\pm 2 \sigma$. Результаты анализа показали, что в нашем примере не заметны какие-либо выбросы.

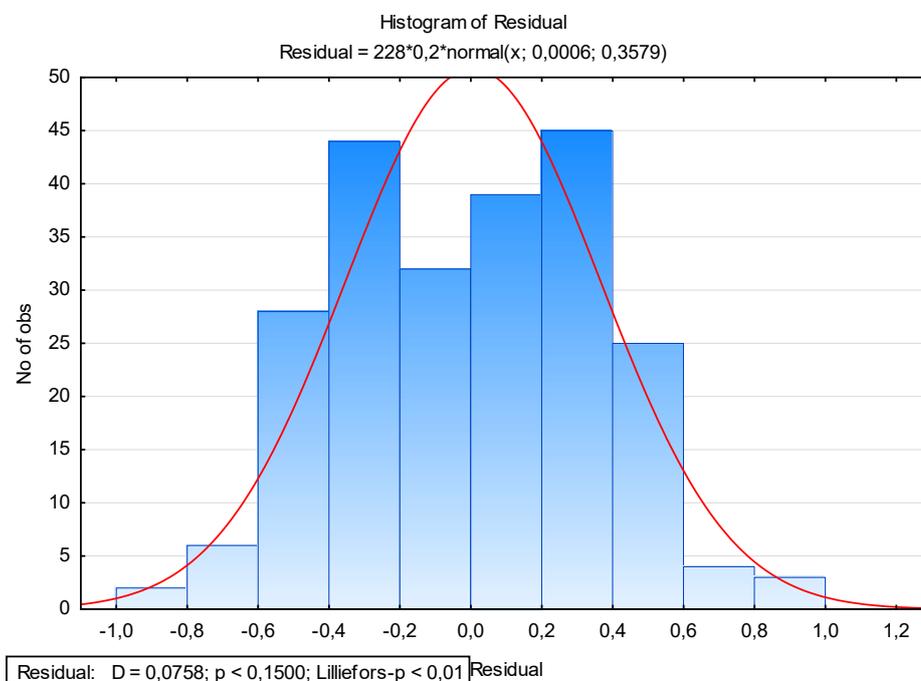


Рис. 6 – Проверка на закон нормального распределения остатков (Checking for the law of normal distribution of residuals)

Заключение

Инструментом для понимания организации устойчивости плодородия являются различные методы многомерной статистики. Они позволяют установить оптимальное соотношение между почвенными свойствами, их комплексное и совокупное участие в формировании устойчивости. Первым шагом в анализе является группировка массива данных (кластерный анализ); выявление структуры связей, которые в разной степени усиливаются под влиянием тех или иных почвенных параметров (частные и парные корреляции). Значения почвенных свойств рассчитаны для условия проявления комплексности плодородия, т.е. достоверного участия всех выбранных почвенных показателей в регрессионной модели (множе-

ственная регрессия). Изменения в ту или иную сторону числовых значений показателей разобщает структурное единство почвенных свойств, т.к. некоторые из них выпадают из регрессии, а это влечет к нарушению комплексности плодородия, искажению оценки ее устойчивости.

Список источников

1. Фрид, А.С. Методология оценки устойчивости почв к деградации / А.С. Фрид // Почвоведение. - 1999. - № 3. - С. 399–404. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21796402>
2. Водяницкий, Ю.Н. Оценка почвы по содержанию тяжелых металлов в профиле / Ю.Н. Водяницкий, А.С. Яковлев // Почвоведение. - 2011. - № 3. - С. 329–335. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15608954>



3. Сычев, В.Г. Возможности совершенствования градаций содержания доступного калия / В.Г. Сычев // *Агрехимический вестник*. – 2000. – № 5. – С. 30-34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22463346>
4. Кудеяров, В.Н. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию / В.Н. Кудеяров, М.С. Соколов, А.П. Глинушкин // *Агрехимия*. – 2017. – № 6. – С. 3–11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29303464>
5. Сычев, В.Г. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран // *Плодородие*. – 2019. – № 7 (107). – С. 22-25. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37309435>
6. Холодов, В.А. Интерпретация данных агрегатного состава типичных черноземов разного вида использования методами кластерного анализа и главных компонент / В.А. Холодов, Н.В. Ярославцева, В.И. Лазарев [и др.] // *Почвоведение*. – 2016. – № 9. – С. 1093–1100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?doi=10.7868/S0032180X16090070>
7. Савич, В.И. Взаимосвязи между свойствами почвы и плодородием / В.И. Савич, Д.С. Булгаков, Ю.А. Духанин, А.А. Оглоблина // *Агрехимия*. 2007. № 2. С. 5-13, URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9479125>
8. Булгаков, Д.С. Аспекты теории плодородия почв / Д.С. Булгаков, Б.Ф. Апарин // *Почвоведение*. – 1999. – № 1. – С. 69-72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21797770>
9. Гиниятуллин, К.Г. Использование кластерного и дискриминантного анализов для диагностики литологической неоднородности почвообразующей породы по гранулометрическому составу / К.Г. Гиниятуллин, А.А. Валеева, Е.В. Смирнова // *Почвоведение*. – 2017. – № 8. – С. 946 – 953. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29811506>
10. Седых, В.А. Интегральная оценка бонитета почв сельскохозяйственных угодий / В.А. Седых, Р.Ф. Байбеков, К. В. Савич [и др.] // *Земледелие*. – 2018. – № 6. – С. 18 – 20. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36453177>
11. Сюняева, О.И. Региональный мониторинг параметров плодородия земель сельскохозяйственного назначения / О.И. Сюняева, О.А. Окунева, Ю.В. Леонова // *Земледелие*. – 2021. – № 6. – С. 10-13. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46525973>
12. Курочкин, И.Н. Оценка состояния почв по агрохимическим показателям плодородия / И.Н. Курочкин, Н.В. Чугай, Е.Ю. Кулагина // *Тенденции развития науки и образования*. – 2020. – № 60-8. С. 48-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42901267>
13. Семенов, В.М. Биологически активное органическое вещество в почвах европейской части России / В.М. Семенов, Б.М. Когут, Н.Б. Зинякова [и др.] // *Почвоведение*. – 2018. – № 4. – С. 457-472. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32847203>
14. Ray, R.L. 2018. Effects of Drought on Crop Production and Cropping Areas in Texas / Ray, R.L., A. Fares, E. Risch // *Agric. Environ. Lett.* - 3:170037. DOI: <https://doi.org/10.2134/ael2017.11.0037>
15. Clayden, N.J. Factor analysis of time domain nmr data : crystallinity of poly (tetrafluorethene) / Clayden N.J., Lehnert R.J., Turnock S. // *Analytica Chimica Acta*. – 1997. – Т. 344. № 3. – С. 261 – 269. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=260093>
16. Sena, M. Discrimination of management effects on soil parameters by using principal component analysis: a multivariate analysis case study / M. Sena, R. Frighetto, P. Valarini. // *Soil and tillage research*. – 2002. V. (2). – P. 171–181. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00063-6)
17. Benjamin, M. Mineral–nutrient relationships in African soils assessed using cluster analysis of X-ray powder diffraction patterns and compositional methods / Benjamin M., Palarea-Albaladejo J., Hillier S. // *Geoderma*. – 2020. – No. 9. - P. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114474>
18. Zhu, W. Water Stress in Maize Production in the Drylands of the Loess Plateau / Zhu, W., H. Li, H. Qu, Y. Wang, T. Misselbrook, X. Li, R. Jiang // *Vadose Zone J.* - 17:180117. DOI: <https://doi.org/10.2136/vzj2018.06.0117>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Frid, A.S. Metodologiya ocenki ustojchivosti pochv k degradacii / A.S. Frid // *Pochvovedenie*. – 1999. – № 3. – С. 399–404. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21796402>
2. Vodyanickij, YU.N. Ocenka pochvy po sodержaniyu tyazhelyh metallov v profile / YU.N. Vodyanickij, A.S. YAKovlev // *Pochvovedenie*. – 2011. – № 3. – С. 329–335. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15608954>
3. Sychev, V.G. Vozmozhnosti sovershenstvovaniya gradacij sodержaniya dostupnogo kaliya / V.G. Sychev // *Агрехимический вестник*. – 2000. – № 5. – С. 30-34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22463346>
4. Kudeyarov, V.N. Sovremennoe sostoyanie pochv agrocenozov Rossii, mery po ih ozdorovleniyu i racional'nomu ispol'zovaniyu / V.N. Kudeyarov, M.S. Sokolov, A.P. Glinushkin // *Агрехимия*. – 2017. – № 6. – С. 3–11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29303464>
5. Sychev, V.G. Prognoz plodorodiy pochv Nechernozemnoj zony v zavisimosti ot urovnya primeneniya udobrenij / V.G. Sychev, S.A. Shafran // *Plodorodie*. – 2019. – № 7 (107). – С. 22-25. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37309435>
6. Holodov, V.A. Interpretaciya dannyh agregatnogo sostava tipichnyh chernozemov raznogo vida



- ispol'zovaniya metodami klasternogo analiza i glavnykh komponent / V.A. Holodov, N.V. YAroslavceva, V.I. Lazarev [i dr.] // Pochvovedenie. - 2016. - №9. - S. 1093–1100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?doi=10.7868/S0032180X16090070>*
7. Savich, V.I. Vzaimosvyazi mezhdru svoystvami pochvy i plodorodiem / V.I. Savich, D.S. Bulgakov, YU.A. Duhanin, A.A. Ogloblina // *Agrohimiya*. 2007. №2. S. 5-13, URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9479125>
8. Bulgakov, D.S. Aspekty teorii plodorodiya pochv / D.S. Bulgakov, B.F. Aparin // *Pochvovedenie*. - 1999. - №1. - S. 69-72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21797770>
9. Giniyatullin, K.G. Ispol'zovanie klasternogo i diskriminantnogo analizov dlya diagnostiki litologicheskoy neodnorodnosti pochvoobrazuyushchej porody po granulometricheskomu sostavu / K.G. Giniyatullin, A.A. Valeeva, E.V. Smirnova // *Pochvovedenie*. – 2017. – № 8. – S. 946 – 953. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29811506>
10. Sedyh, V.A. Integral'naya ocenka boniteta pochv sel'skohozyajstvennykh ugodij / V.A. Sedyh, R.F. Bajbekov, K. V. Savich [i dr.] // *Zemledelie*. - 2018. - № 6. - S. 18 – 20. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36453177>
11. Syunyaeva, O.I. Regional'nyj monitoring parametrov plodorodiya zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya / O.I. Syunyaeva, O.A. Okuneva, YU.V. Leonova // *Zemledelie*. - 2021. - №6. - S. 10-13. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46525973>
12. Kurochkin, I.N. Ocenka sostoyaniya pochv po agrohimicheskim pokazatelyam plodorodiya / I.N. Kurochkin, N.V. CHugaj, E. YU. Kulagina // *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. - 2020. - № 60-8. S. 48-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42901267>
13. Semenov, V.M. Biologicheskii aktivnoe organicheskoe veshchestvo v pochvah evropejskoj chasti Rossii / V.M. Semenov, B.M. Kogut, N.B. Zinyakova [i dr.] // *Pochvovedenie*. - 2018. - № 4. - S. 457-472. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32847203>
14. Ray, R.L. 2018. Effects of Drought on Crop Production and Cropping Areas in Texas / Ray, R.L., A. Fares, E. Risch // *Agric. Environ. Lett.* - 3:170037. DOI: <https://doi.org/10.2134/ael2017.11.0037>
15. Clayden, N.J. Factor analysis of time domain nmr data : crystallinity of poly (tetrafluorethene) / Clayden N.J., Lehnert R.J., Turnock S. // *Analytica Chimica Acta*. - 1997. - T. 344. № 3. - S. 261 – 269. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=260093>
16. Sena, M. Discrimination of management effects on soil parameters by using principal component analysis: a multivariate analysis case study / M. Sena, R. Frighetto, P. Valarini. // *Soil and tillage research*. - 2002. V. (2). - P. 171–181. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00063-6)
17. Benjamin, M. Mineral–nutrient relationships in African soils assessed using cluster analysis of X-ray powder diffraction patterns and compositional methods / Benjamin M., Palarea-Albaladejo J., Hillier S. // *Geoderma*. - 2020. - No. 9. - R. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114474>
18. Zhu, W. Water Stress in Maize Production in the Drylands of the Loess Plateau / Zhu, W., H. Li, H. Qu, Y. Wang, T. Misselbrook, X. Li, R. Jiang // *Vadose Zone J.* - 17:180117. DOI: <https://doi.org/10.2136/vzj2018.06.01171>.

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Елизаров Андрей Олегович, аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Elder-1@yandex.ru

Ушаков Роман Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, r.usakov1971@mail.ru

Author Information

Elizarov Andrey Olegovich, aspirant of the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, Elder-1@yandex.ru

Ushakov Roman Nikolaevich, doctor of agricultural sciences, professor of the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, r.usakov1971@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.02.2022; одобрена после рецензирования 25.02.2022, принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 22.02.2022; approved after reviewing 25.02.2022; accepted for publication 11.03.2022 .



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с. 19-26
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 19-26

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 31:633.16(470.313)
DOI: 10.36508/RSATU.2022.85.85.002

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЯЧМЕНЯ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОГНОЗ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУРЫ

Ольга Алексеевна Захарова^{1✉}, Олег Викторович Черкасов², Константин Николаевич Евсенкин³, Фаррух Атауллахович Мусаев⁴, Сергей Олегович Фатьянов⁵

^{1,2,4,5}ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева», г. Рязань, Россия

³ФГБНУ «Всероссийский государственный научно-исследовательский институт имени А.Н. Костякова»,

г. Рязань, Россия

¹ol-zahar.ru@yandex.ru

²ru89206345411@yandex.ru

³kn.evsenkin@yandex.ru

⁴musaev@rgatu.ru

⁵sadovayaii@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Под ячменем в Рязанской области занято до 50 % пашни. Лидерами в регионе до 2018 г. являлись предприятия Рязанского района – 7898 га, Старожиловского – 4921 га, Кораблинского района – 4487 га, Михайловского – 3764 га, Рыбновского – 3400 га и др. Средняя урожайность культуры по области составила чуть выше 30 ц/га с сильным колебанием показателя по районам, в том числе продуктивность ячменя сильно варьировала по годам. Однако урожайность у лидеров по площадям посевов культуры невысокая: от 28 до 29 ц/га. Исходя из важности культуры на рынке проведение исследований по выявлению факторов, способствующих росту урожайности культуры, является актуальным. Проведен анализ динамики посевных площадей и урожайности ячменя ярового по России и по Рязанской области. Целью исследований стала статистическая обработка данных производства ячменя в Рязанской области для определения факторов роста урожайности.

Методология. В работе использованы методы анализа, логики, сравнения, обобщения. Применялись цифровые технологии в виде платформенных решений, Единая федеральная информационная сеть с данными о качестве земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН), технология промышленного интернета вещей, компьютерная программа Statistica 10.

Результаты. Анализ урожайности по районам области не позволяет установить закономерность влияния на нее погодных условий. Так, к примеру, в Рязанском и Старожиловском районах, входящих во II агроклиматический район, урожайность составила по 44 ц/га, а в Клепковском районе – 20 ц/га; в Рязском и Сараевском районах, которые относятся к III агроклиматическому району – по 40 ц/га, а в соседнем Ухоловском районе – 26,5 ц/га и т.д. Приведенный анализ показал значительные расхождения в таком важном для сельскохозяйственного производства показателе как урожайность – от 44 в Рязанском районе до 17 ц/га в Шилковском районе. Сельскохозяйственное производство, как известно из ранних работ классиков аграрной науки и современных исследователей, является зависимой отраслью от погоды и природных явлений. Однако в современном обществе при наличии цифровизации можно пересмотреть действие лимитирующих факторов. Предлагаемые технологии



возделывания сельскохозяйственных культур остаются недейственными вследствие общих факторов без учета конкретных особенностей хозяйства, что ведет не только к недополучению урожая, но и перерасходу ресурсов. Составлены и исследованы поверхности отклика, что способствовало подбору адекватной модели процесса (урожайности) от системы удобрений и ГТК с внедрением переменных величин (данных по урожайности в зависимости от технологий возделывания и др.). **Заключение.** Статистический анализ погодных данных и результаты ранее проведенных исследований роста и развития ячменя с использованием интегрированной системы управления данными с применением модели "АМПРА" позволил в значительной степени исключить влияние природно-климатических факторов и выдвинуть на первый план влияние инновационных приемов в технологии возделывания ячменя ярового. При внедрении цифровизации можно с большой точностью установить роль конкретных природных и антропогенных факторов при производстве сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: динамика посевных площадей, урожайность, статистика, ячмень, прогноз

Для цитирования: Захарова О.А., Черкасов О.В., Евсенкин К.Н., Мусаев Ф.А., Фатьянов С.О. Статистические исследования производства ячменя в Рязанской области и прогноз урожайности культуры // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 19-26. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.85.85.002>

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

STATISTICAL STUDIES OF BARLEY YIELD IN RYAZAN REGION AND CROP YIELD FORECAST

Olga A. Zakharova^{1✉}, **Oleg V. Cherkasov**², **Konstantin N. Evsenkin**³, **Farrukh A. Musaev**⁴, **Sergey O. Fatyanov**⁵

^{1,2,4,5} FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia

³ FSBRI "All-Russian State Research Institute Named after A.N. Kostyakov", Ryazan, Russia

¹ ol-zahar.ru@yandex.ru

² ru89206345411@yandex.ru

³ kn.evsenkin@yandex.ru

⁴ musaev@rgatu.ru

⁵ sadovayai@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. Barley occupies up to 50 % of arable land in Ryazan region. Until 2018, the leaders in the region were enterprises of Ryazan district with 7,898 hectares, Starozhilovsky district with 4,921 hectares, Korablinsky district with 4,487 hectares, Mikhailovsky district with 3,764 hectares, Rybnovsky district with 3,400 hectares, etc. The average crop yield in the region was slightly above 30 dt/ha with a strong fluctuation of the indicator by region, and barley yield varied greatly over the years. However, the yields of the leaders in terms of crop area were low: from 28 to 29 dt/ha. Based on the importance of crops in the market, the research to identify factors contributing to the growth of crop yields is relevant.

The article presents an analysis of the dynamics of sown areas and the yield of spring barley in Russia and specifically in Ryazan region, where the crop occupies up to 30 thousand hectares. The purpose of the research is to carry out statistical processing of data on barley production in Ryazan region.

Methodology. The methods of analysis, logic, comparison, generalization are used in the work. Digital technologies were used in the form of platform solutions, the Unified Federal Information Network with data on the quality of agricultural land (EFIS ZSN), the technology of the industrial Internet of things, computer program Statistica 10.

Results. The analysis of the yield by districts of the region does not allow to establish the regularity of the influence of weather conditions on it. So, for example, in Ryazan and Starozhilovsky districts, which are part of agro-climatic region II, the yield was 44 dt/ha, and it was 20 dt/ha in Klepkovsky district; 40 dt/ha in Ryazhsky and Saraevsky districts, which belong to agro-climatic region III, and in the neighboring Ukhlovsky district it was 26.5 dt/ha, etc. The above analysis showed significant discrepancies in such an important indicator for agricultural production as yield - from 44 dt/ha in Ryazan district to 17 dt/ha in Shilovsky district. Agricultural production, as is known from the early works of the classics of agricultural science and modern researchers, is an industry dependent on weather and natural phenomena. However, in modern society, in the presence of digitalization, it is possible to reconsider the effect of limiting factors. The proposed crop cultivation technologies remain ineffective due to general factors without considering the specific characteristics of farms, which leads not only to crop losses, but also to overspending of resources. Response surfaces were compiled and studied, which contributed to the selection of an adequate model of the process (yield) depending on the fertilizer system and HTI with the introduction of variables (yield data depending on cultivation technologies, etc.).

Conclusion. Statistical analysis of weather data and the results of previous studies of the growth and development of barley using an integrated data management system using AMPRA model made it possible to



largely eliminate the influence of natural and climatic factors and highlight the impact of innovative methods in the technology of spring barley cultivation. With the introduction of digitalization, it is possible to establish with great accuracy the role of specific natural and anthropogenic factors in the production of crops.

Key words: dynamics of sown areas, yield, statistics, barley, forecast

For citation: Zakharova O.A., Cherkasov O.V., Evsenkin K.N., Musaev F.A., Fatyanov S.O. Statistical studies of barley production in Ryazan region and the forecast of crop yield. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022. Vol. 14, No. 1. P 19-26. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.85.85.002>

Введение

Ячмень яровой является распространенной зернофуражной культурой. Посевы ячменя в мире составляют 60 млн га и занимают четвертое место после риса, пшеницы, кукурузы. Производство ячменя насчитывает более 132 млн тонн в год. В то

же время, анализ динамики производства данной культуры показал снижение показателя [1, 3, 8].

На рисунке 1 показана десятка стран-лидеров по производству ячменя. Средняя урожайность ячменя ярового в России составила 22 ц/га убранный площади.

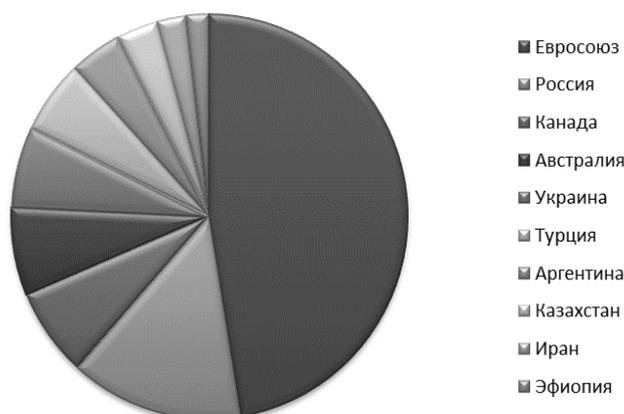


Рис. 1 – Топ-10 стран-производителей ячменя (Top 10 barley producing countries)

Основная часть мировых посевных площадей, как видно из рисунка 1, сосредоточена в странах Евросоюза, в них же установлена и самая высокая урожайность до 48 ц/га.

На территории России площадь посевов ячменя составляет до 8,7 млн га. Лидерами являются Липецкая область с площадью посевов ячменя 215 571 га, Башкортостан – 143 515 га, Омская область – 134 228 га.

Лидируют по валовым сборам ячменя, во-первых, Краснодарский край, где показатель превышает 6 % от общероссийского производства; во-вторых, Воронежская область – 5,7 % от общих сборов по РФ; в-третьих, Тамбовская область (5,4 %).

Максимальные валовые сборы ячменя установлены и в Курской области (816,7 тыс. тонн), Ростовской области (784,7 тыс. тонн), Липецкой области (704,3 тыс. тонн), Омской области (672,9 тыс. тонн), Ставропольском крае (628,0 тыс. тонн), Алтайском крае (610,9 тыс. тонн) и Белгородской области (553,1 тыс. тонн). К примеру, в перечисленных десяти регионах собирается 48,2 %.

Однако в России выявлен и фактор снижения площадей возделывания ячменя вследствие его не востребоваемости в кормопроизводстве в полном объеме.

В стране возделывается свыше 200 сортов ячменя [7, 11]. Они отличаются по срокам посева, урожайности и устойчивости к климатическим ус-

ловиям и заболеваниям, требовательности к условиям возделывания. Росту урожайности культуры способствуют невосприимчивые к болезням и вредителям сорта ячменя и инновационные технологии их возделывания [4].

Анализ динамики площадей посевов ячменя ярового и урожайности культуры с последующей статистической обработкой результатов позволит выработать рекомендации для сельскохозяйственного производства.

Объекты и методы исследований

Объект исследований – ячмень яровой (*Hordeum vulgare*).

Авторами использованы при проработке проблемы устанавливающие стандарты, теоретические публикации, производственные отчеты, результаты научно-исследовательских деятельности сотрудников Рязанского ГАТУ. В работе применялись методы сравнения, анализа и обобщения данных с позиции системного подхода в динамике за многолетний период (2000-2020 гг.).

Использованы элементы цифровых приемов в виде IT-технологий: промышленный интернет вещей, высокоточная навигация, виртуальная реальность, аналитика больших данных и прогнозирование [7, 11].

Результаты подтверждены статистической обработкой с использованием компьютерной программы Statistica 10 [1, 2]. Алгоритм управления, то



есть серия команд управления объектом, способствующих достижению цели: сбор данных, анализ, обобщение и разработка шкал оценки; выбор вариантов управления процессами; проверка варианта и выбор оптимального результата; внедрение мероприятия с учетом конкретных ситуаций; установление прогноза будущего состояния среды; оценка результативности принятого решения.

Цель работы – проведение статистической обработки данных производства ячменя в регионе.

Научная новизна состояла в использовании цифровых технологий при анализе данных динамики посевных площадей и урожайности ячменя ярового.

В работе использовалась имитационная модель фитоценоза "АМПРА", разработанная во ВНИИГиМ профессором Ю.П. Добрачевым [7, 9, 12]. Авторами использованы самостоятельно собранные погодные данные, регистрируемые автоматической метеостанцией на территории лизиметрической станции ВНИИГиМ.

Теплолагообеспеченность за многолетний период изучена профессором РГАТУ Р.Н. Ушаковым. В среднем температура воздуха и количество выпавших осадков соответствовали среднемуголетним показателям с чередованием засушливых и влажных, теплых и холодных периодов, что является климатической особенностью региона [8, 9]. Гидротермический коэффициент по Селянинову составлял от 0,9 до 1,2 с тенденцией в сторону засушливости.

Результаты исследований

Авторами при работе над статьей:

- собраны, обобщены и анализированы данные о динамике площадей посевов, урожая

ячменя за многолетний период, погодных условиях, об эффекте от каждого нового приема в технологии возделывания культуры;

- получены непрерывные доступы к информации о погоде через автоматическую метеостанцию;

- интегрирована система управления данными с применением модели "АМПРА";

- внедрена система бизнес-обозревателя для обработки результатов и разработки алгоритмов для подготовки инструкции;

- использована компьютерная программа Statistica 10 для обработки данных, управления и прогноза процессов.

Площадь сельхозугодий Рязанской области занимает 417 678 га, площадь пашни составляет 96 540 га. Лидерами по площадям, отведенным под ячмень, в регионе до 2018 г. являлись предприятия Рязанского района – 7 898 га, Старожиловского – 4 921 га, Кораблинского – 4 487 га, Михайловского – 3 764 га, Рыбновского – 3 400 га и др.

Анализ динамики производства ячменя ярового за многолетний период (с 2001 по 2020 гг.) в Рязанской области выявил сдвиг в сторону сокращения почти на 67 тыс. тонн, посевная площадь уменьшилась до 20 тыс. га, при валовом сборе не ниже 1609 тыс. тонн. Средняя урожайность культуры по области составила чуть выше 30 ц/га. Продуктивность ячменя сильно варьировала по годам, что, на наш взгляд, объяснялось погодными условиями в период формирования зерна.

Составленный рейтинг районов Рязанской области по производству и урожайности ячменя позволил выявить пятерку лидеров, представленных на рисунке 2.

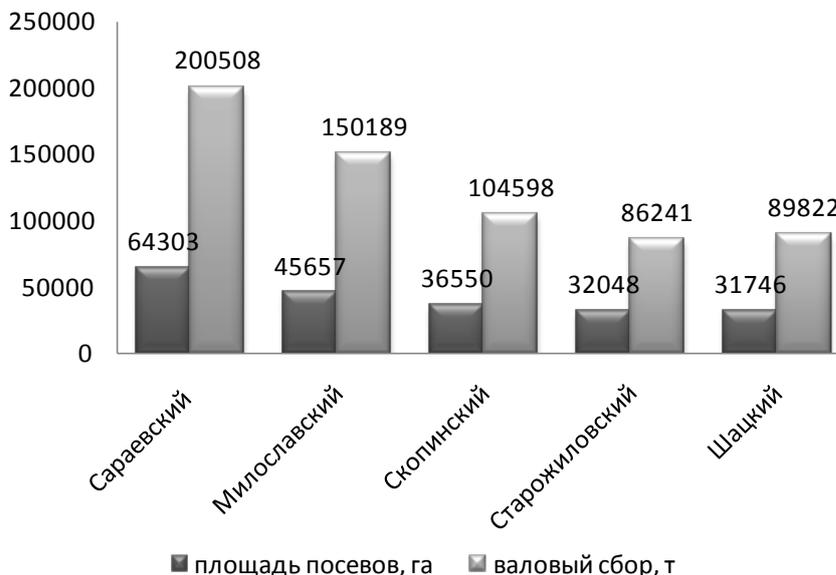


Рис. 2 – Пятерка лидеров районов Рязанской области по производству ячменя ярового (Top 5 districts of Ryazan region in the production of spring barley)

Урожайность ячменя ярового, как было отмечено выше, в среднем по региону 31,7 ц/га, однако урожайность у лидеров невысокая: в Скопинском – 29,1, Старожиловском – 28 и Шацком – 28,9 ц/га. Анализ урожайности по районам области не по-

зволяет установить закономерность от погодных условий. Так, к примеру, в Рязанском и Старожиловском районах, входящих во II агроклиматический район, по 44 ц/га, а в Клеповском районе – 20 ц/га; в Рязском и Саравском районах, которые



относятся к III агроклиматическому району – по 40 ц/га, а в соседнем Ухоловском районе – 26,5 ц/га и т.д. Приведенный анализ показал значительные расхождения в таком важном для сельскохозяйственного производства показателе как урожайность – от 44 в Рязанском районе до 17 ц/га в Шиловском районе [5, 6, 7, 12].

Данные по рентабельности производства зерновых в общем по региону свидетельствуют о значительном падении показателя, к примеру, с 52 % в 2015 г. до 11 % в 2017 г. Такие экономические показатели, как затраты на 1 га посевной площади, себестоимость 1 т реализованной продукции составили соответственно 19415 и 6601 руб. Прибыль составила на 2019 г. 2312566 тыс. руб., на 1 га – 5052 руб. Закупочная цена на зерно ячменя в Рязанской области была 13 000, а в Центральном Федеральном округе ниже 12 000 руб.

Прогноз изменения площади посевов сводится к росту показателя в Михайловском, Пронском, Сасовском, Старожиловском, Сараевском районах и др.

Изучение данных по использованию минеральных и органических удобрений показало их положительную динамику в использовании: соответственно с 36 до 56 тыс. тонн д.в. и с 52 до 74 на 1 га посевов, с 355 до 707 тыс. тонн в физ. весе и 0,5 до 0,9 на 1 га посевов.

Сельскохозяйственное производство сильно зависит от погоды и природных явлений [7, 10, 12], но

при выявлении разницы производства в промышленности, в сельском хозяйстве осуществлять бизнес-обозрение сложнее. Предлагаемые технологии возделывания сельскохозяйственных культур остаются недейственными вследствие общих факторов без учета конкретных особенностей хозяйств, что ведет не только к недополучению урожая, но и перерасходу ресурсов.

Обзор информации о погоде за последние 20 лет (с учетом аномальных лет, как в 2010 г.) выявил тенденцию к засушливым периодам, когда растения испытывают недостаток влаги в почве, а при наличии суховея и в атмосферном воздухе. Ливневые осадки, характерные для Рязанской области, непродуктивны и не оказывают сильного влияния на водный режим местности. Построенные поверхности отклика между урожайностью ячменя ярового, дозами внесения минеральных удобрений и ГТК за многолетний период на территории Рязанской области позволяют визуальным образом представить динамику процессов (рис. 3).

```
h=text(0,-.7,.5,'Test','FontSize',20,'Units','data','visible','off');
set(h,'Units','normalized');
P=get(h,'Position');
x=P(1); y=P(2);
delete(h);
text(x,y,'Test','Color','r','FontSize',20,'Units','normalized');
```

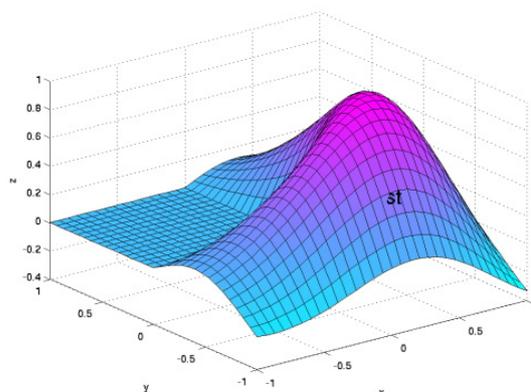
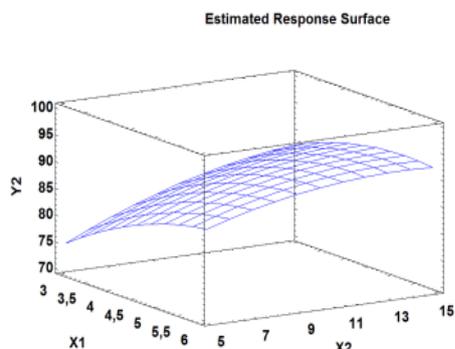


Рис. 3 – Поверхности отклика (нормализованное положение) между урожайностью ячменя ярового, дозами внесения минеральных удобрений и ГТК за многолетний период на территории Рязанской области

(Yield surfaces (normalized position) between the yield of spring barley, doses of mineral fertilizers and HTI over a long period on the territory of Ryazan region)

Исследование представленных поверхностей отклика на рисунке 3 позволило подобрать оптимальным образом адекватную модель процесса (урожайности) и установить влияние отклика

$$y = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где x_1, \dots, x_n – переменные, в том числе независимые.

График выглядит следующим образом:

$$y = \frac{s}{x} b^{-2} \quad (2)$$

где s – система удобрений,

x – ГТК, b – переменные факторы.

Статистический анализ погодных данных и результаты ранее проведенных исследований роста и развития ячменя с использованием интегрированной системы управления данными с применением модели “АМПРА” [7] позволил в значительной степени исключить влияние природно-климатических факторов и выдвинуть на первый план влияние инновационных приемов в технологии возделывания ячменя ярового. Так, расчеты по



формуле (2) дают прогноз роста урожайности ячменя ярового при внедрении инновационных научно обоснованных приемов возделывания культуры в любом районе Рязанской области от 31 до 48 ц/га. В системе заметно отклонение от линейности, поэтому нами использованы полиномы более высокого порядка. Для оценивания коэффициентов аппроксимирующих полиномов применялся множительный коэффициент с последующей оценкой поверхности отклика. Поверхность являлась адекватным приближением, а анализ подобранной поверхности эквивалентен аппроксимации системы: так, точкой максимального отклика – «подъем на холм» и минимального – «спуск в овраг».

Внедрена система бизнес-обозревателя для обработки полученных данных и разработки алгоритмов с целью разработки рекомендаций с включением результатов расчетов рентабельности производства зерна ячменя. Коридор рентабельности при потенциально максимальной и минимальной урожайности и среднегодовых ценах 2019-2020 гг. демонстрирует рост, при котором наименьшие показатели равны 36 %, наибольшие – 145 %.

Получаемые данные при использовании ИТ-технологий позволяют отследить действие множества факторов на урожайность культуры и сделать прогноз, который будет более объективным при участии в программе нескольких партнеров, связанных через облако. У производителя появляется возможность контролировать природные факторы, проектировать точные бизнес-процессы, и, кроме того, прогнозировать результат с математической точностью.

Выводы

Под ячменем в Рязанской области занято до 50 % пашни. Лидерами в регионе до 2018 г. являлись предприятия Рязанского района – 7 898 га, Старожилковского – 4 921, Кораблинского района – 4 487, Михайловского – 3 764, Рыбновского – 3 400 га и др. Средняя урожайность культуры по области составила чуть выше 30 ц/га с сильным колебанием показателя по районам, в том числе продуктивность ячменя сильно варьировала по годам.

Однако урожайность у лидеров по площадям посевов культуры невысокая: в Скопинском – 29,1, Старожилковском – 28,0 и Шацком – 28,9 ц/га. Анализ урожайности по районам области не позволяет установить закономерность от погодных условий. Так, к примеру, в Рязанском и Старожилковском районах, входящих во II агроклиматический район, по 44 ц/га, а в Клепковском районе – 20 ц/га; в Рязанском и Сараевском районах, которые относятся к III агроклиматическому району – по 40 ц/га, а в соседнем Ухоловском районе – 26,5 ц/га и т.д. Приведенный анализ показал значительные расхождения в таком важном для сельскохозяйственного производства показателе как урожайность – от 44 в Рязанском районе до 17 ц/га в Шилловском районе.

Сельскохозяйственное производство сильно зависит от погодных условий [7, 15], в то же время, в отличие от промышленного производства, структурировать все бизнес-процессы заранее трудно. Предлагаемые технологии возделывания сельско-

хозяйственных культур остаются недейственными вследствие общих факторов без учета конкретных особенностей хозяйств, что ведет не только к недополучению урожая, но и перерасходу ресурсов.

Составлены и исследованы поверхности отклика, что способствовало подбору адекватной модели процесса (урожайности) от системы удобрений и ГТК с внедрением переменных величин (данных по урожайности в зависимости от технологий возделывания и др.).

Статистический анализ погодных данных и результаты ранее проведенных исследований роста и развития ячменя с использованием интегрированной системы управления данными с применением модели «АМПРА» позволил в значительной степени исключить влияние природно-климатических факторов и выдвинуть на первый план влияние инновационных приемов в технологии возделывания ячменя ярового. При внедрении цифровизации производитель может в определенной степени управлять природными факторами и прогнозировать результат с оптимальной математической точностью и достоверностью заключений.

Список источников

1. Белоусова, О.Ю., ГЧП в ИТ: новые возможности. Фонд развития интернет-инициатив / О.Ю. Белоусова, С.В. Мокин, У.С. Огородова, А.В. Орехович - ФРИИ и UNITY, 2018. - 41 с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-sozdaniya-obektov-tsifrovoy-melioratsii-v-rossiyskoy-federatsii>
2. Боровиков, В. П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с. URL: <https://search.rsl.ru/record/01001860859>
3. Гордеев А.А. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание / А.В. Гордеев и др. . – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>
4. Ерешко, А.С. Статистические исследования производства ячменя в Ростовской области / А.С. Ерешко, В.Б. Хронюк, Н.В. Репко // Вестник аграрной науки Дона, 2012. - №1(17). – С. 16-24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-issledovaniya-proizvodstva-yachmenya-v-rostovskoy-oblasti>
5. Коняев, Е. Р. Оценка эффективности применения биомодифицированных минеральных удобрений под ячмень / Е.Р. Романов, Я. В. Костин, О. А. Захарова, Н. М. Троц // Вестник, 2021. - №3. – С. 19-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47161906>
6. Кривцов, В.А. Природа Рязанской области / В.А. Кривцов, Е.И. Алёшина, С.И. Ананьева, [и др.]. – Рязань: РГУ, 2001.- 215 с. URL: https://www.rsu.edu.ru/wp-content/uploads/2020/01/Priroda_Ryazanskoy_oblasti.pdf
7. Захарова, О.А. Цифровизация управления ростовыми процессами ячменя / О. А. Захарова, Е. И. Машкова, К. Н. Евсенкин, Д. Е. Кучер, Ф.



А. Мусаев // Вестник РГАУ, 2021. - №2. – С. 21-27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46531979>

8. Малышева, Е. В. Программирование и урожайность – залог адаптивной интенсификации земледелия / Е.В. Малышева, И. Я. Пигорев, Н. В. Долгополова // Вестник РГАУ, 2021. - №4. – С. 97-103. URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=31938>

9. Мусаев, Ф.А. Современный и ретроспективный анализ состояния ландшафтов Рязанской области / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова. – Рязань: РГАУ, 2014. – 257 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22024643>

10. Полуэктов Р.А. Имитационные модели продуктивности агроэкосистем / В кн.: Теоретиче-

ские основы и количественные методы программирования урожая. - М.: Агропромиздат. 2015 — 235 с. URL: <http://www.agrobiology.ru/articles/3-2017badenکو-rus.pdf>

11. Репко Н.В. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя / Н.В. Репко, К.В. Подоляк, Е.В. Смирнова, Ю.В. Острожная // Научный журнал КубГАУ, 2020. – С. 11-18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-issledovaniya-mirovogo-proizvodstva-zerna-yachmenya>

12. Усманов, И.Ю. Экологическая физиология растений / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. - М.: Логос, 2001. - 224 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25608809>

Вклад авторов:

Захарова О.А. – общее руководство; статистическая обработка;

Черкасов О.В. – теоретическая проработка;

Евсенкин К.Н. – проведение экспериментов, анализ данных;

Мусаев Ф.А. – теоретическая проработка;

Фатьянов С.О. – методика;

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

References

1. Belousova, O.YU., GCHP v IT: novye vozmozhnosti. Fond razvitiya internet-iniciativ / O.YU.

Belousova, S.V. Mokin, U.S. Ogorodova, A.V. Orekhovich - FRIL i UNITY, 2018. - 41 s. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-sozdaniya-obektov-tsifrovoy-melioratsii-v-rossiyskoy-federatsii>

2. Borovikov, V. P. Statistica: iskustvo analiza dannyh na komp'yutere / V. P. Borovikov. – SPb.: Piter, 2001. – 656 s. URL: <https://search.rsl.ru/record/01001860859>

3. Gordeev A.A. Vedomstvennyj proekt «Cifrovoe sel'skoe hozyajstvo»: oficial'noe izdanie / A.V. Gordeev i dr. . – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2019. – 48 s. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>

4. Ereshko, A.S. Statisticheskie issledovaniya proizvodstva yachmenya v Rostovskoj oblasti / A.S. Ereshko, V.B. Hronyuk, N.V. Repko // Vestnik agrarnoj nauki Dona, 2012. - №1(17). – С. 16-24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-issledovaniya-proizvodstva-yachmenya-v-rostovskoy-oblasti>

5. Konyaev, E. R. Ocenka effektivnosti primeneniya biomodificirovannyh mineral'nyh udobrenij pod yachmen' / E.R. Romanov, YA. V. Kostin, O. A. Zaharova, N. M. Troc // Vestnik, 2021. - №3. – С. 19-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47161906>

6. Krivcov, V.A. Priroda Ryazanskoj oblasti / V.A. Krivcov, E.I. Alyoshina, S.I. Anan'eva, [i dr.]. – Ryazan': RGU, 2001.- 215 s. URL: https://www.rsu.edu.ru/wp-content/uploads/2020/01/Priroda_Ryazanskoj_oblasti.pdf

7. Zaharova, O.A. Cifrovizaciya upravleniya rostovymi processami yachmenya / O. A. Zaharova, E. I. Mashkova, K. N. Evsenkin, D. E. Kucher, F. A. Musaev // Vestnik RGATu, 2021. - №2. – С. 21-27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46531979>

8. Malysheva, E. V. Programmirovaniye i urozhajnost' – zalog adaptivnoj intensivkacii zemledeliya / E.V. Malysheva, I. YA. Pigorev, N. V. Dolgopolova // Vestnik RGATU, 2021. - №4. – С. 97-103. URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=31938>

9. Musaev, F.A. Sovremennyy i retrospektivnyj analiz sostoyaniya landshaftov Ryazanskoj oblasti / F.A. Musaev, O.A. Zaharova. – Ryazan': RGATU, 2014. – 257 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22024643>

10. Poluektov R.A. Imitacionnye modeli produktivnosti agroekosistem / V kn.: Teoreticheskie osnovy i kolichestvennye metody programmirovaniya urozhayev. - М.: Агропромиздат. 2015 — 235 s. URL: <http://www.agrobiology.ru/articles/3-2017badenکو-rus.pdf>

11. Repko N.V. Statisticheskie issledovaniya mirovogo proizvodstva zerna yachmenya / N.V. Repko, K.V. Podolyak, E.V. Smirnova, YU.V. Ostrozhnaya // Nauchnyj zhurnal KubGAU, 2020. – С. 11-18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-issledovaniya-mirovogo-proizvodstva-zerna-yachmenya>

12. Usmanov, I.YU. Ekologicheskaya fiziologiya rastenij / I.YU. Usmanov, Z.F. Rahmankulova, A.YU. Kulagin. - М.: Logos, 2001. - 224 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25608809>



Contribution of the authors:

Zakharova O.A. - general guidance; statistical processing;

Cherkasov O.V. - theoretical study;

Evsenkin K.N. - conducting experiments, data analysis;

Musaev F.A. - theoretical study;

Fatyanov S.O. – methodology.

The authors declare that there is no conflict of interest

Информация об авторах

Захарова Ольга Алексеевна – д-р с.-х. наук, профессор кафедры агрономии и агротехнологий

Черкасов Олег Викторович – канд. с.-х. наук, доцент кафедры общественного питания

Евсенкин Константин Николаевич, канд. техн. наук, вед. научный сотрудник ВНИИГиМ

Мусаев Фаррух Атауллахович – д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции,

Фатьянов Сергей Олегович – канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники и физики

Author Information

Zakharova, O.A. Doctor of Agricultural Science, Professor of the Faculty of Agronomy and Agrotechnologies, FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev".

Evsenkin K.N. PhD of Engineering Sciences, Leading Researcher of Research Institute of Hydrotechnics and Melioration named after A. N. Kostyakov

Musaev, F.A., Doctor of Agricultural Science, Professor, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Fayianov S.O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Статья поступила в редакцию 11.01.2022; одобрена после рецензирования 27.02.2022.; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 11.01.2022; approved after reviewing 27.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.





ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 619:615.28:616-089
DOI: 10.36508/RSATU.2022.65.99.003

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ КОЗОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЫ**

Татьяна Романовна Кукушкина¹, Эльман Олегович Сайтханов², Владимир Григорьевич Семенов³

^{1,2} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г Рязань, Россия

³ Чувашский государственный аграрный университет, г Чебоксары, Россия

¹tkuskusc4kina@yandex.ru

²elmanrzn@gmail.com

³semenov_v.g@list.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Цель исследований заключалась в изучении эффективности применения дезинфицирующих средств на основе глутарового альдегида и четвертичных аммонийных соединений в условиях фермы по содержанию коз зааненской породы.

Методология. Объектами данного исследования были дезинфицирующие средства ГАН (производитель – ЗАО «Нита-Фарм»), дезинфексан (производитель – ООО «Апи-Сан») и олдез (alldез) (производитель – ООО «Агро»). Оценку эффективности дезинфекции осуществляли с учетом требований «Методических указаний по контролю качества ветеринарной дезинфекции объектов животноводства» (утв. Минсельхозом РФ 15.07.2002 N13-5-2/0525). Изучали бактерицидную активность выше указанных дезинфицирующих средств на различных поверхностях производственного помещения. Опыт проводился в два этапа в отсутствие животных. Предварительно была проведена уборка помещения и мойка. Перед проведением дезинфекции были взяты контрольные смывы для установления бактериальной обсемененности поверхностей помещения (пола с деревянным настилом, пола с бетонным покрытием, стены с лакокрасочным покрытием, столбов с лакокрасочным покрытием, металлической кормушки).

Результаты. В результате анализа контрольных смывов установлено, что в среднем бактериальная обсемененность поверхностей составляет 160×10^3 КОЕ/см², при этом во всех смывах присутствовала кишечная палочка, что было подтверждено специфической реакцией при росте микроорганизмов на среде Кода, а также при последующем посеве в пробирках с глюкозо-пептонной средой и последующей микроскопии. В дальнейшем было установлено, что наименьшее количество микроорганизмов (30×10^3 КОЕ/см²) обнаружено в среднем на поверхностях, обработанных дезинфицирующим средством ГАН; на поверхностях производственного помещения, обработанных средствами дезинфексан и олдез, после проведения дезинфекции мы обнаружили 70 и 85×10^3 КОЕ/см², соответственно.

Заключение. В результате бактериологических исследований ни в одном из смывов, полученных после дезинфекции, наличие бактерий группы кишечной палочки не установлено, что указывает на эффективность всех объектов исследования и их соответствие основным критериям «Методических указаний по контролю качества ветеринарной дезинфекции объектов животноводства».

Ключевые слова: дезинфекция, глутаровый альдегид, поверхности производственных помещений, козоводческое хозяйство, смыв, бактерии группы кишечной палочки, общее микробное число.

Для цитирования: Кукушкина Т.Р., Сайтханов Э.О., Семенов В.Г. Сравнительная производственная эффективность химических средств, применяемых для дезинфекции козоводческой фермы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т.14, №1. С 27-34 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.65.99.003>

**COMPARATIVE PRODUCTION EFFICIENCY OF CHEMICALS USED FOR DISINFECTION OF THE MILKING SHOP OF A GOAT FARM****Tatiana R. Kukushkina¹, Elman O. Saythanov²✉, Vladimir G. Semenov³**^{1,2} Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia³ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia¹tkuckusc4kina@yandex.ru²elmanrzn@gmail.com³semenov_v.g@list.ru**Abstract.**

Problem and purpose. The purpose of the research was to study the effectiveness of the use of disinfectants based on glutaraldehyde and quaternary ammonium compounds in farm conditions for the maintenance of Zaanen goats.

Methods. The objects of this study were disinfectants GAN (manufacturer - CJSC "Nita-Pharm"), disinflexan (manufacturer - LLC "Api-San") and oldez (aldez) (manufacturer - LLC "Agro"). The effectiveness of disinfection was evaluated taking into account the requirements of the "Guidelines for quality control of veterinary disinfection of livestock facilities" (approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on 15.07.2002 N13-5-2/0525). The bactericidal activity of the above-mentioned disinfectants on various surfaces of the production room was studied. The experiment was conducted in two stages in the absence of animals. Previously, the room was cleaned and washed. Before disinfection, control flushes were taken to establish bacterial contamination of the room surfaces (wooden flooring, concrete-coated floor, paint-coated wall, paint-coated poles, metal feeder).

Results. As a result of the analysis of control flushes, it was found that, on average, bacterial contamination of surfaces is 160×10^3 CFU / cm², while *Escherichia coli* was present in all flushes, which was confirmed by a specific reaction during the growth of microorganisms on the Code medium, as well as during subsequent inoculation in test tubes with glucose-peptone medium and subsequent microscopy. Subsequently, it was found that the smallest number of microorganisms (30×10^3 CFU/cm²) was found on average on surfaces treated with GAN disinfectant, on the surfaces of the production room treated with disinfectants and oldez, after disinfection we found 70 and 85×10^3 CFU/cm², respectively.

Conclusion. The result of bacteriological studies in any of the swabs obtained after disinfection, the presence of bacteria of the intestinal group is not set, indicating that the efficiency of all of the subjects and their compliance with the basic criteria of "guidelines for quality control of veterinary disinfection of livestock facilities" (UTV. The Ministry of agriculture of the Russian Federation 15.07.2002 N13-5-2/0525).

Key words: disinfection, glutaraldehyde, surface production facilities, goat breeding farm, washout, bacteria coliform, total microbial count.

For citation: Kukushkina T.R., Saitkhanov E.O., Semenov V.G. Comparative production efficiency of chemicals used for disinfection of the a goat farm // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, No. 1. With.27-34 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.65.99.003>

Введение

На сегодняшний день поголовье коз в России колеблется в районе 2 млн голов. Интерес к разведению коз во все времена определялся особенностями вкусовых качеств и полезных свойств козьего молока. Кроме того, некоторые породы коз отличаются высоким качеством шерсти (дагестанская, ангорская) и пуха (горноалтайская, оренбургская). В центральной России, в том числе в Рязанской области, широко распространена зааненская порода коз (рис. 1) [2,5].

Зааненская порода отличается высокой молочной продуктивностью. Точные селекционные данные отсутствуют, однако считается, что данная порода появилась в Швейцарских Альпах путем «народной» селекции в середине 19 века.

Теоретическое обоснование необходимости ветеринарно-санитарных мероприятий на фермах по содержанию коз

Разведение и содержание коз сопряжено с необходимостью обеспечения и поддержания на высоком уровне надлежащих зооигиенических параметров. Эти животные весьма чувствительны к низким температурам, наличию сквозняков, а также к низким показателям санитарной составляющей. У коз достаточно часто регистрируется так называемая многофакторная респираторная патология. Среди специфических возбудителей респираторной патологии особое место занимает *Pasteurella haemolytica* (*Mannheimia haemolytica*) или *Pasteurella multocida*, микобактерии (*M. bovis*, *M. avium* и *M. tuberculosis*), микоплазмы (*Mycoplasma ovipneumoniae* и *Mycoplasma arginini*). Распространение возбудителя может происходить



различными путями, но основным является аэрогенный путь. Одним из наиболее эффективных способов профилактики инфекционных заболеваний является дезинфекция. Регулярное проведение дезинфекции способствует поддержанию благоприятной воздушной среды в животноводческих помещениях, а также снижению контаминации поверхностей кормушек, поилок, скотопрогонных коридоров [1,3,7].



Рис. 1 – Коза зааненской породы в условиях зимней выгульной площадки
(Goat of the Zaanen breed in the conditions of a winter walking area)

На сегодняшний день общая схема комплексной ежегодной профилактической дезинфекции животноводческих помещений предусматривает двукратную обработку с предварительной механической чисткой и мойкой. Кратность проведения может быть увеличена в зависимости от эпизоотической ситуации района (местности) [2,3,8,10].

Для проведения дезинфекции используют различные средства, относящиеся к 4 основным классам химических веществ: альдегиды, кислоты, хлорсодержащие соединения, щелочи. На рынке представлен достаточно широкий спектр дезинфектантов, область применения которых широка, а бактерицидная активность и рекомендуемые режимы схожи. В связи с этим ветеринарным специалистам зачастую сложно определить наилучшее средство, которое обладало бы высокой эффективностью в сложных производственных условиях, и в то же время было экономически оправданным [4,6,7,9].

Цель наших исследований заключалась в

сравнительной оценке бактерицидной активности современных дезинфектантов при проведении дезинфекции основных поверхностей помещения для содержания коз.

Материалы и методы исследования

Исследования были проведены в осенний период года в условиях козоводческой фермы АО «Московское» во время проведения комплексной дезинфекции перед постановкой животных на зимнее стойловое содержание. Бактериологические исследования проводили в лаборатории кафедры Всэ, хирургии, акушерства и ВБЖ РГАУ.

В качестве объектов исследований мы определили комбинированные препараты на основе глутарового альдегида (5 %) и глюксала (5 %) (ГАН, производитель – ЗАО «Нита-Фарм»), препарата на основе четвертичных аммонийных соединений и глутарового альдегида – дезинфексан, производитель – ООО «Апи-Сан», и олдез (alldез), производитель – ООО «Агро».

Дезинфекцию проводили в соответствии с правилами дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора, утвержденными Министерством сельского хозяйства Российской Федерации 15.07.2002 N 13-5-2/0525.

Методика оценки эффективности дезинфекции включала предварительное (контрольное) взятие смывов с обрабатываемых поверхностей и определение наличия бактерий группы кишечной палочки, последующую аэрозольную обработку, выдержку (экспозицию, согласно инструкции по применению) и последующее (опытное) взятие смывов с предварительной нейтрализацией дезинфицирующего средства стерильной дистиллированной водой (для средства дезинфексан и олдез (alldез); 0,1 % раствором бисульфита натрия (для средства ГАН).

Взятие смыва для установления общего микробного числа осуществляли с помощью однократного стерильного зонда с вискозным наконечником с площади 100 см² с 5 участков – пола с деревянным настилом, пола с бетонным покрытием, стены с лакокрасочным покрытием, столбов с лакокрасочным покрытием, металлической кормушки. После взятия смыва зонд помещали в стерильную пробирку с 2 см³ физиологического раствора. Для идентификации кишечной палочки использовали микробиологический экспресс-тест «Петритест» (смыв) НПО «Альтернатива», при этом тупфер со смывом с аналогичной площади 100 см² помещали в модифицированную среду Кода и подвергали инкубации при температуре 36,5° С в течении 24 часов. После инкубации из пробирок с положительным качественным результатом делали посев на плотную питательную среду – мпа Эндо (ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии»). В дальнейшем из типичных для бактерий группы кишечной палочки колоний готовили мазки. Окраску мазков с целью проведения микроскопической идентификации микроорганизмов проводили по Граму. Из образцов, в которых мы обнаруживали грамотрицательные палочки, делали посев на глюкозо-пептонную питательную



среду (ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии»), который в дальнейшем инкубировали в термостате при температуре 43° С. Наличие бактерий группы кишечной палочки подтверждали в случае появления газообразования в питательной среде, а также при обнаружении в мазках, окрашенных по Граму, грамотрицательных палочек.

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнительная характеристика дезинфицирующих средств на основе глутарового альдегида и четвертичных соединений аммония

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика дезинфицирующих средств, выбранных нами в качестве объектов исследований

Таблица 1 – Сравнительная характеристика объектов исследований

Наименование дезинфекционного средства	Количество альдегидов в единице объема, %	Количество четвертичных аммонийных соединений в единице объема (химическое наименование), %	Концентрация рабочего раствора для профилактической дезинфекции – расход – экспозиция
ГАН	глутаровый альдегид – 5,0 диальдегид щавелевой кислоты – 5,0	алкилдиметилбензиламмония хлорид – 10,0	0,5 % – 0,25 л/м ² – 180 минут
Дезинфексан	глутаровый альдегид – 10,0	дидецилдиметиламмония хлорид – 8,0 алкилдиметилбензиламмония хлорид – 17,0	0,3 % – 0,35 л/м ² – 30 минут
Олдез (Aldez)	глутаровый альдегид – 10,7	дидецилдиметиламмония хлорид – 7,8 алкилдиметилбензиламмония хлорид – 17,0	0,25 % – 0,25 л/м ² – 20 минут

Как уже отмечалось выше, все средства содержат в своем составе глутаровый альдегид (ГА) и четвертичные аммонийные соединения (ЧАС). Пропорциональное соотношение ГА и ЧАС несколько отличается. В среднем все средства содержат 10 % альдегидов и от 10 до 25 % ЧАС. Средство ГАН представлено глутаровым альдегидом и диальдегидом щавелевой кислоты и содержит меньше поверхностно-активного компонента из группы ЧАС в форме АДБАХ (алкилдиметилбензиламмония хлорид). В свою очередь, препараты дезинфексан и олдез (aldez) содержат только глутаровый альдегид и двухкомпонентную составляющую из группы ЧАС, а именно АДБАХ

(алкилдиметилбензиламмония хлорид) и DDAC (дидецилдиметиламмония хлорид). Однако, несмотря на некоторую разницу в химическом составе, средства являются функциональными аналогами и могут быть взаимозаменяемы.

Результаты оценки контрольных бактериологических смывов с рабочих поверхностей животноводческого помещения

Как показали результаты количественной оценки контрольных смывов, различные поверхности животноводческого помещения содержат неодинаковое количество микробных клеток (табл. 2)

Таблица 2 – Результаты бактериологических исследований смывов с поверхностей животноводческого помещения до проведения дезинфекции (контрольные смывы)

Наименование поверхности	Общее микробное число, КОЕ/см ²	Наличие бактерий группы кишечной палочки (качественная реакция)	Результат бактериологического исследования на идентификацию бактерий группы кишечной палочки
Пол (деревянный настил)	270×10 ³	+	+
Пол (бетонная стяжка)	170×10 ³	+	+
Стена (алкидная эмаль)	120×10 ³	+	+
Столб металлический (алкидная эмаль)	40×10 ³	+	+
Кормушка (металл)	200×10 ³	+	+



Наибольшее количество бактерий зафиксировано на деревянном настиле, на 58 % больше, чем на части пола с бетонной стяжкой. На наш взгляд, это связано с тем, что деревянный настил имеет более пористую структуру, лучше сохраняет влагу и имеет в связи с этим более благоприятный питательный субстрат. Также достаточно высокий количественный показатель мы зарегистрировали на поверхности кормушки (на 17,6 % выше в сравнении с бетонным полом), что также связано с более благоприятной питательной средой в данной зоне. Наименьшая микробная обсемененность зафиксирована на поверхности части металлического ограждения и на стене (ниже на

76,5 и 29,4 %, соответственно, в сравнении с бетонным покрытием пола).

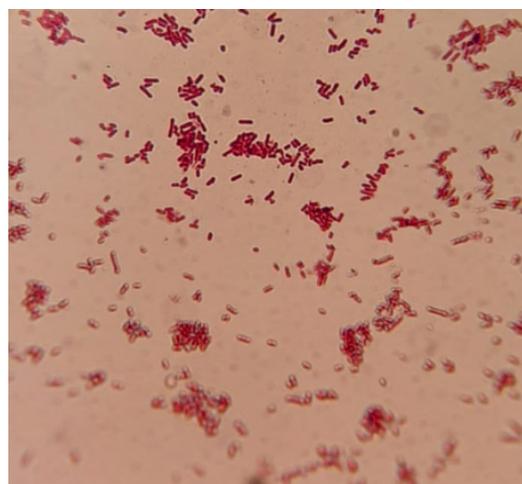
Следует отметить, что на всех изучаемых поверхностях мы выявили наличие энтеробактерий (бактерий групп кишечной палочки). Скорость качественной реакции, которая лежит в основе экспресс-теста «Петритест (смыв на БГКП), хотя и является субъективным показателем, все же была не одинакова на различных поверхностях (рис. 2). В смыве с деревянного настила пола содержимое пробирки поменяло свой цвет уже через 10 часов (рис. 2.А). Содержимое пробирки со смывом со стены (рис. 2.Б) изменило цвет с фиолетового на желтый только через 22 часа.



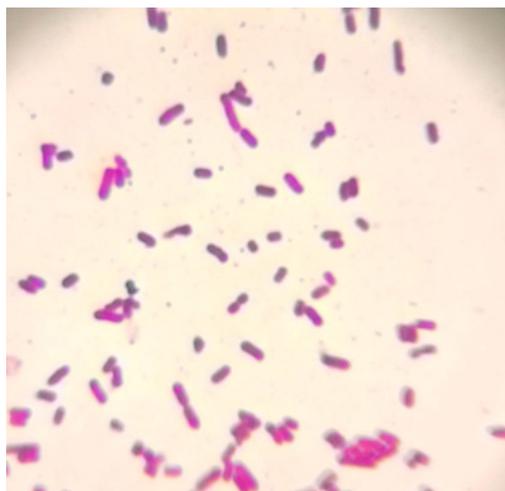
А – смыв с поверхности пола с деревянным настилом, фото до и после 10-тичасовой инкубации;
 Б – смыв с поверхности стены с алкидным лакокрасочным покрытием, фото до и после 22-часовой инкубации
 (А - flushing from the surface of the floor with wooden flooring, photos before and after 10-hour incubation;
 В - flushing from the surface of the wall with alkyd paint coating, photos before and after 22-hour incubation)
 Рис. 2 – Результаты качественной реакции на среде Кода (экспресс-тест «Петритест» (смыв на БГКП)
 (The results of a qualitative reaction to the code environment
 (express test "Petritest" (flushing on the BGCP)

Как видно на рисунке 2, неодинакова и интенсивность окраски в смывах 1 и 3 после инкубации, что косвенно может указывать на меньший колититр в смыве с поверхности стены.

Из пробирок со средой Кода в дальнейшем мы сделали посевы на плотную питательную среду («Питательная среда для выделения энтеробактерий сухая (Агар Эндо-ГРМ), ФГУН Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии»), и после 24-часовой инкубации во всех образцах фиксировали рост округлых колоний с характерным для бактерий группы кишечной палочки розоватым оттенком. При проведении микроскопии мазков, полученных с отдельных колоний, мы обнаруживали большое количество грамтрицательных палочек (рис. 3). Микрофлоры с иными характеристиками при подробном изучении мазков мы не выявляли.



А



Б

Рис. 3 – Бактериоскопия мазков, полученных из колоний, выращенных на среде Эндо (окраска по Граму; А – объ. × 100, ок. × 10; Б - объ. × 100, ок. × 10 + цифровое увеличение × 2.2)

(Bacterioscopy of smears obtained from colonies grown on Endo medium (Gram staining; A - vol. × 100, approx. × 10; B - volume. × 100, approx. × 10 + digital magnification × 2.2)

Результаты оценки бактериологических смывов с рабочих поверхностей животноводческого помещения после проведения дезинфекции (изучение бактерицидной активности объектов исследования)

В дальнейшем нами была проведена дезинфекция исследуемых зон методом аэрозольного распыления. Для этого использовали ранцевый аккумуляторный распылитель PATRIOT PT-16AC. Концентрации растворов дезинфектантов, норма расхода и время экспозиции отражены в таблице 1.

После дезинфекции и необходимой выдержки мы проводили дезактивацию дезинфицирующего средства в месте взятия смыва стерильной дистиллированной водой (для средства дезинфексан и олдез (aldez); 0,1 % раствором бисульфита натрия (для средства ГАН). После этого брали смывы стерильным вязким зондом с последующей изоляцией их в пробирке со стерильным физиологическим раствором объемом 2 см³.

Таблица 2 – Результаты бактериологических исследований смывов с поверхностей животноводческого помещения до проведения дезинфекции (контрольные смывы)

Наименование поверхности	Общее микробное число, КОЕ/см ²	Наличие бактерий группы кишечной палочки (качественная реакция)	Результат бактериологического исследования на идентификацию бактерий группы кишечной палочки
Дезинфицирующее средство ГАН, конц. 0,25 %, эксп. 3 часа			
Пол (деревянный настил)	55×10 ³	–	–
Пол (бетонная стяжка)	45×10 ³	–	–
Стена (алкидная эмаль)	15×10 ³	–	–
Столб металлический (алкидная эмаль)	15×10 ³	–	–
Кормушка (металл)	20×10 ³	–	–
Дезинфицирующее средство дезинфексан, конц. 0,35 %, эксп. 30 минут			
Пол (деревянный настил)	95×10 ³	–	–
Пол (бетонная стяжка)	95×10 ³	–	–
Стена (алкидная эмаль)	40×10 ³	–	–
Столб металлический (алкидная эмаль)	45×10 ³	–	–
Кормушка (металл)	75×10 ³	–	–
Дезинфицирующее средство олдез (aldez), конц. 0,25 %, эксп. 20 минут			
Пол (деревянный настил)	105×10 ³	–	–
Пол (бетонная стяжка)	85×10 ³	–	–
Стена (алкидная эмаль)	65×10 ³	–	–
Столб металлический (алкидная эмаль)	70×10 ³	–	–
Кормушка (металл)	100×10 ³	–	–

В результате сравнительной оценки количества микроорганизмов на исследуемых поверхностях установлено, что после ветеринарно-санитарной обработки методом мелкокапельного орошения с помощью дезинфицирующего сред-

ства ГАН, обнаруживается наименьшее общее микробное число, составляющее в среднем 30×10³ КОЕ/см². При этом меньше всего бактерий на поверхности металлического ограждения (15×10³ КОЕ/см²), больше – на деревянном настиле



(45×10^3 КОЕ/см²). Аналогичная тенденция была отмечена при изучении контрольных смывов. После обработки поверхностей животноводческого помещения дезинфицирующим средством дезинфексан общее микробное число составило в среднем 70 КОЕ/см², а после обработки средством олдез (alldez) – 85 КОЕ/см². Аналогично, большую обсемененность фиксировали на поверхности деревянного настила, бетонной стяжки, а также кормушки. На вертикальной поверхности помещения количество микроорганизмов было наименьшим. Однако, несмотря на некоторую разницу в количестве колониеобразующих единиц, рассчитанных математически в переводе на 1 см², следует отметить, что показателем качества дезинфекции все же является наличие/отсутствие бактерий группы кишечной палочки. Как показали результаты наших исследований, после ветеринарно-санитарной обработки всеми изучаемыми средствами дезинфекции наличия бактерий группы кишечной палочки не было обнаружено, содержимое пробирок со средой Кода (экспресс-тест «Петритест (смыв на БГКП) после 24-часовой инкубации не изменило свой цвет.

Заключение

На основании полученных результатов можно сказать, что все 3 дезинфицирующих средства, включенных нами в рамках данного исследования в выборку, обладают аналогичными бактерицидными свойствами, отвечают требованиям «Правил дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора, утвержденными Министерством сельского хозяйства Российской Федерации 15.07.2002 N 13-5-2/0525 и могут быть использованы на фермах по содержанию и разведению коз для контроля микробной загрязненности поверхности производственных помещений. Ветеринарным специалистам при выборе дезинфицирующего средства следует учитывать его стоимость (с учетом норм концентрации и расхода на 1 м²), а также время экспозиции при планировании показателей эффективности ветеринарных мероприятий.

Список источников

1. Аэрозольная дезинфекция овцеводческих помещений препаратом Роксацин и ее влияние на биохимические показатели крови и продуктивность ягнят / В. Ю. Морозов, В. И. Дорожкин, А. А. Прокопенко [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2017. – № 1(21). – С. 38-46. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29713079&>

2. Гречникова, В. Ю. Изучение влияния высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы на чистые культуры микроорганизмов / В. Ю. Гречникова, И. А. Кондакова, Д. В. Григоренко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета

им. П.А. Костычева. – 2021. – № 1(49). – С. 5-12. – DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.001.

3. Действие дезинфицирующих препаратов на вирус оспы овец и коз в условиях внешней среды и в животноводческих помещениях / Р. А. Атовуллозда, С. Ю. Жбанова, К. А. Одинаев [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 1. – С. 11-13. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-1-3.

4. Керимов, Ч. Ветеринарно-санитарные и эпизоотологические основы мероприятий по борьбе с бруцеллезом животных в Туркменистане : специальность 16.00.03 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук / Керимов Черри. – Москва, 1992. – 49 с. – URL: <https://medical-diss.com/docreader/549681/a?#?page=1>

5. Латышев, С. Н. Особенности эпизоотического процесса сальмонеллеза и эшерихиоза ягнят: диагностика, профилактика и терапия : специальность 16.00.03 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Латышев Сергей Николаевич. – Ставрополь, 2009. – 22 с. – URL: <https://medical-diss.com/docreader/300645/a?#?page=1>

6. Лукина, Е. А. Ветеринарная дезинфекция и контроль качества дезинфекции / Е. А. Лукина, Н. В. Телятникова // Молодежь и наука. – 2019. – № 2. – С. 84. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38163883>

7. Новиков, Н. М. Устройство для обеззараживания кузовов транспортных средств для перевозки лошадей акустико-кавитационным способом / Н. М. Новиков, Т. Р. Кукушкина, А. В. Шемякин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 103-110. – DOI 10.36508/RSATU.2021.50.2.014.

8. Носкова, А. В. Дезинфекция объектов животноводства препаратами "Бакцид" и "Алкамон НП" : специальность 06.02.05 "Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Носкова Антонина Владимировна. – Москва, 2010. – 20 с. – URL: https://static.freereferats.ru/_avtoreferats/01004656737.pdf

9. Профилактика инфекционных болезней профилактика и борьба с заразными болезнями, общими для человека и животных // Вестник ветеринарии. – 2011. – № 2(57). – С. 3-22. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16260444>

10. Рецептуры моющих средств для мойки и дезинфекции молочного оборудования фермерских хозяйств / Ю. В. Родионов, Д. В. Никитин, С. А. Анохин, А. А. Гуськов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 116-121. – DOI 10.36508/RSATU.2021.50.2.016.

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



References

1. Aэрозольная дезинфекция овцеводческих помещений препаратом Роксацин и ее влияние на биохимические показатели крови и продуктивность ягнят / В. Ю. Морозов, В. И. Дорожкин, А. А. Прокopenko [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2017. – № 1(21). – С. 38-46. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29713079&>
2. Grechnikova, V. YU. Izuchenie vliyaniya vysokointensivnogo impul'snogo opticheskogo UF-izlucheniya ksenonovoy lampy na chistye kul'tury mikroorganizmov / V. YU. Grechnikova, I. A. Kondakova, D. V. Grigorenko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2021. – № 1(49). – С. 5-12. – DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.001.
3. Deystvie dezinficiruyushchih preparatov na virus ospy ovec i koz v usloviyah vneshnej sredy i v zhivotnovodcheskih pomeshcheniyah / R. A. Atovullozoda, S. YU. ZHbanova, K. A. Odinaev [и др.] // Veterinariya i kormlenie. – 2021. – № 1. – С. 11-13. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-1-3.
4. Kerimov, CH. Veterinarno-sanitarnye i epizootologicheskie osnovy meropriyatij po bor'be s brucellezom zhivotnyh v Turkmenistane : special'nost' 16.00.03 : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora veterinarnykh nauk / Kerimov CHerri. – Moskva, 1992. – 49 s. – URL: <https://medical-diss.com/docreader/549681/a?#?page=1>
5. Latyshev, S. N. Osobennosti epizooticheskogo processa sal'monelleza i esherihioza yagnyat: diagnostika, profilaktika i terapiya : special'nost' 16.00.03 : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata veterinarnykh nauk / Latyshev Sergej Nikolaevich. – Stavropol', 2009. – 22 s. – URL: <https://medical-diss.com/docreader/300645/a?#?page=1>
6. Lukina, E. A. Veterinarnaya дезинфекция и контроль качества дезинфекции / E. A. Lukina, N. V. Telyatnikova // Molodezh' i nauka. – 2019. – № 2. – С. 84. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38163883>
7. Novikov, N. M. Ustrojstvo dlya obezzarazhivaniya kuzovov transportnyh sredstv dlya perevozki loshadej akustiko-kavitacionnym sposobom / N. M. Novikov, T. R. Kukushkina, A. V. SHemyakin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 103-110. – DOI 10.36508/RSATU.2021.50.2.014.
8. Noskova, A. V. Dezin'ekciya ob"ektov zhivotnovodstva preparatami "Bakcid" i "Alkamon NP" : special'nost' 06.02.05 "Veterinarnaya sanitariya, ekologiya, zoogigiena i veterinarno-sanitarnaya ekspertiza" : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata veterinarnykh nauk / Noskova Antonina Vladimirovna. – Moskva, 2010. – 20 s. – URL: https://static.freereferats.ru/_avtoreferats/01004656737.pdf
9. Profilaktika infekcionnyh boleznej profilaktika i bor'ba s zaraznymi boleznyami, obshchimi dlya cheloveka i zhivotnyh // Vestnik veterinarii. – 2011. – № 2(57). – С. 3-22. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16260444>
10. Receptury moyushchih sredstv dlya moyki i дезинфекции молочного оборудования фермерских хозяйств / YU. V. Rodionov, D. V. Nikitin, S. A. Anohin, A. A. Gus'kov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 116-121. – DOI 10.36508/RSATU.2021.50.2.016.

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Кукушкина Татьяна Романовна, аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, tkuckusc4kina@yandex.ru

Сайтханов Эльман Олегович, канд. биол. наук, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, elmanrzn@gmail.com

Семенов Владимир Григорьевич, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, semenov_v.g@list.ru

Author Information

Kukushkina Tatiana Romanovna, postgraduate student of the Department of Veterinary and Sanitary Examination, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, tkuckusc4kina@yandex.ru

Saythano Elman Olegovich, PhD. Biol. sciences, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Examination, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, elmanrzn@gmail.com

Semenov Vladimir Grigoryevich, doctor. Biol. sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University, semenov_v.g@list.ru

Статья поступила в редакцию 24.02.2022; одобрена после рецензирования 27.02.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 24.02.2022; approved after reviewing 27.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с.35-42
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 35-42

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636: 618.19-002 + 615.036.8
DOI: 10.36508/RSATU.2022.25.46.004

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ И СТИМУЛЯЦИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА МОЛОЧНЫХ КОРОВ

Анна Вячеславовна Лузова¹, Владимир Григорьевич Семенов²✉, Нина Ивановна Морозова³, Фаррух Атауллович Мусаев⁴, Рената Васильевна Михайлова⁵, Анатолий Сергеевич Тихонов⁶

^{1,2,5,6} Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия

^{3,4} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г Рязань, Россия

¹ luzova_anna@mail.ru

² semenov_v.g@list.ru

³ morozova@rgatu.ru

⁴ musaev@rgatu.ru

^{5,6} neti-mix@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований стало определение целесообразности применения иммуностимуляторов при профилактике и лечении мастита коров.

Методология. Работа проводилась с использованием биопрепаратов, разработанных учеными Чувашского ГАУ: Prevention-N-E и Prevention-N-B-S (В.Г. Семенов и др.), а также гомеопатического лекарственного препарата для лечения мастита Мастинол. Животным первой группы (опытной) внутримышечно применяли Prevention-N-E по 10 мл трижды за 40, 20 и 10 суток до родов, второй группы (опытной) – Prevention-N-B-S по аналогичной схеме, коровам третьей группы (опытной) – Мастинол в дозе 5 мл с интервалом 24 часа на 1-3-е сутки после отела; в контрольной группе препараты не применялись.

Результаты. Установлено, что изученные биопрепараты не влияли на физиологическое состояние животных, но способствовали активации показателей клеточного звена неспецифической защиты организма. Наибольший профилактический эффект из числа испытанных биопрепаратов показал Prevention-N-B-S, однако эта разница с препаратом Prevention-N-E была незначительной ($P>0,05$). Примечательно, что только во 2-й опытной группе, где применялся Prevention-N-B-S, больных клиническим маститом коров не выявлено как до, так и после отела. Лечение коров, профилактика мастита которых с использованием иммуностимуляторов оказалась неэффективной, проводилось в 1-й и 3-й опытных группах. Так, терапия больных маститом коров показала, что выздоровление коровы 1-й опытной группы, лечение которой проводилось Prevention-N-E, произошло через $4\pm 0,08$ суток, что на $7\pm 0,52$ суток меньше, чем в 3-й опытной группе, где применялся Мастинол. Атрофия доли вымени наблюдалась у одной коровы в 3-й опытной группе. Установлено, что лечение мастита коров биопрепаратом Prevention-N-E было эффективнее, чем гомеопатическим препаратом Мастинол.

Заключение. Результаты настоящего исследования показали, что применение иммуностимуляторов в профилактике и лечении мастита коров целесообразно. Изученные биопрепараты способствовали активации показателей клеточного звена неспецифической защиты организма. Так, при профилактике мастита коров наиболее выраженный соответствующий эффект из числа испытанных биопрепаратов продемонстрировал Prevention-N-B-S, а при лечении мастита – Prevention-N-E.



Ключевые слова: коровы, мастит, атрофия долей вымени, иммуностропные средства, профилактика.

Для цитирования: Лузова А. В., Семенов В. Г., Морозова Н. И., Мусаев Ф. А., Михайлова Р. В., Тихонов А. С. Обеспечение здоровья и стимуляция неспецифической резистентности организма молочных коров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 35-42. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.25.46.004>

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

ENSURING THE HEALTH AND STIMULATION OF NONSPECIFIC RESISTANCE OF THE BODY OF DAIRY COWS

Anna V. Luzova¹, Vladimir G. Semenov²✉, Nina I. Morozova³, Farrukh A. Musaev⁴, Renata V. Mikhailova⁵, Anatoly S. Tikhonov⁶

^{1,2,5,6} Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

^{3,4} Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

¹ luzova_anna@mail.ru

² semenov_v.g@list.ru

³ morozova@rgatu.ru

⁴ musaev@rgatu.ru

^{5,6} neti-mix@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research was to determine the feasibility of using immunostimulants in the prevention and treatment of cow mastitis.

Methods. The work was carried out using biologics developed by scientists of the Chuvash State Agrarian University: Prevention-N-E and Prevention-N-B-S (V.G. Semenov et al.), as well as a homeopathic medicine for the treatment of mastitis Mastinol. The animals of the first group (experimental) were intramuscularly administered Prevention-N-E 10 ml three times for 40, 20 and 10 days before delivery, the second group (experimental) – Prevention-N-B-S according to a similar scheme, the cows of the third experimental group - Mastinol at a dose of 5 ml with an interval of 24 hours on the 1st-3rd day after calving, the drugs were not used in the control group.

Results. It was found that the studied biological preparations did not affect the physiological state of the animals, but contributed to the activation of the indicators of the cellular link of the nonspecific protection of the body. Prevention-N-B-S showed the greatest preventive effect among the tested biologics, however, this difference with Prevention-N-E was insignificant ($P>0.05$). It is noteworthy that only in the 2nd experimental group, where Prevention-N-B-S was used, patients with clinical mastitis of cows were not detected both before and after calving. Treatment of cows whose mastitis prevention with the use of immunostimulants proved ineffective was carried out in the 1st and 3rd experimental groups. Thus, the therapy of cows with mastitis showed that the recovery of the cow of the 1st experimental group, which was treated with Prevention-Nth, occurred after 4 ± 0.08 days, which is 7 ± 0.52 days less than in the 3rd experimental group, where Mastinol was used. Atrophy of the udder lobe was observed in one cow in the 3rd experimental group. It was found that the treatment of cow mastitis with the Prevention-N-E biopreparation was more effective than the homeopathic preparation Mastinol.

Conclusion. The results of this study have shown that the use of immunostimulants in the prevention and treatment of cow mastitis is advisable. The studied biopreparations contributed to the activation of the indicators of the cellular link of the nonspecific protection of the body. Thus, in the prevention of cow mastitis, Prevention-N-B-S demonstrated the most pronounced corresponding effect from among the tested biopreparations, and in the treatment of mastitis – Prevention-N-E.

Key words: cows, mastitis, atrophy of udder lobes, immunotropic agents, prevention.

For citation: Luzova A. V., Semenov V. G., Morozova N. I., Musaev F. A., Mikhailova R. V., Tikhonov A. S. Ensuring health and stimulation of nonspecific resistance of dairy cows. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14 (1). С 35-42 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.25.46.004>

Введение

Мастит крупного рогатого скота нередко относят к одной из самых важных и сложных проблем в молочном скотоводстве. Заболевание приводит к снижениям производства молока, ухудшению качества молочных товаров, большим

расходам на профилактику и лечение мастита, нередко заканчивается выбраковкой животных. Мастит встречается на всех молочно-товарных фермах мира. Всевозможные формы мастита поражают до 15-25 % молочного поголовья, а по некоторым данным – до 50 % [6, 11, 16]. На про-



тяжении года до 68 % стада коров могут заболеть маститом, а некоторые животные – два или более раза. Чаще всего мастит наблюдается у высокопродуктивных коров, которые во время болезни и после клинического выздоровления снижают надои молока в среднем на 10-15 %.

Наиболее частой причиной клинического мастита у дойных коров являются условно-патогенные микроорганизмы окружающей среды. Основным возбудителем мастита является золотистый стафилококк, который распространяется при пренебрежении правильной процедурой доения, использованием дезинфицирующих средств для сосков до и после доения, изоляцией больных животных и т.д. [4, 9, 12, 17].

Мастит протекает преимущественно в клинической и субклинической формах. Наихудшая финансовая картина наблюдается при субклинической (скрытой) форме мастита, частота встречаемости которой в 6-15 раз выше клинической. В случае субклинического мастита может происходить самовыздоровление, но в большинстве случаев (20-30 %) заболевание приобретает клинически выраженное течение [2, 7, 8, 13]. Поэтому, если скрытые формы маститов оставить без должного внимания, болезнь может привести к атрофии паренхимы пораженной доли молочной железы, что чаще всего остается незамеченным, но удой молока при этом снижается больше чем в два раза [5, 14].

Лечение клинического мастита – одно из самых дорогостоящих статей бюджета молочной фермы. Антибиотикотерапия традиционно считается наиболее эффективным методом лечения, однако, несмотря на быстрый наблюдаемый эффект после лечения, часто возникают рецидивы. После устранения явных клинических признаков мастита лечение антибиотиками прекращают, чтобы предотвратить их попадание в молоко [1, 3, 10, 15, 18]. Однако даже после успешного лечения крайне сложно восстановить былую продуктивность. Выбраковка коров из-за атрофии или индукции

четвертей вымени на некоторых фермах может достигать 30 % поголовья.

В настоящее время проблема мастита решается специалистами многих дисциплин: этой проблемой занимаются эпизоотологи, микробиологи, зоотехники, фармакологи. Поиск новых методов лечения и профилактики мастита без применения антибиотиков чрезвычайно актуален и необходим для успешного развития животноводства. Правильное применение иммуностимуляторов может предотвратить выбраковку как коров, так и молока.

Целью настоящей работы явилось определение целесообразности применения иммуностимуляторов при профилактике и лечении мастита коров.

Материалы и методы исследования

Исследовательская работа проводилась на базе молочно-товарной фермы Яльчикского района Республики Чувашия ООО «Победа». Объектами исследования стали коровы черно-пестрой породы в периодах сухостоя (за 45 дней до родов) и через 3-5 дней после родов. Для постановки опытов с учетом возраста, физиологического состояния и живой массы были подобраны четыре группы животных по 10 голов в каждой: первая, вторая и третья опытные, а также контрольная.

Для повышения продуктивного потенциала черно-пестрого крупного рогатого скота и профилактики и лечения клинического мастита мы использовали биопрепараты, разработанные учеными Чувашского государственного аграрного университета: Prevention-N-E и Prevention-N-B-S, а также Мастинол, гомеопатический лекарственный препарат для лечения мастита в форме раствора для инъекций. Животным первой группы (опытной) внутримышечно применяли Prevention-N-E, второй – Prevention-N-B-S по 10,0 мл трижды за 40, 20 и 10 суток до родов, третьей группы (опытной) – Мастинол по 5,0 мл через каждые 24 часа на 1-3-е сутки после родов; в контроле препараты не использовались. Схема профилактики мастита приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема профилактики

Группа, n=10	Наименование препарата	Кратность введения и доза
1-я опытная	Prevention-N-E	трижды по 10,0 мл за 40, 20 и 10 суток до родов внутримышечно
2-я опытная	Prevention-N-B-S	трижды по 10,0 мл за 40, 20 и 10 суток до родов внутримышечно
3-я опытная	Мастинол	5 мл внутримышечно, трехкратно с интервалом 24 часа на 1-3 сутки после родов
Контрольная	Препараты не применялись	

Таблица 2 – Схема лечения

Группа, n=10	Наименование препарата	Кратность введения и доза
1-я опытная	Prevention-N-E	40 мл трехкратно с интервалом 72 часа, внутримышечно
2-я опытная	Prevention-N-B-S	40 мл трехкратно с интервалом 72 часа, внутримышечно
3-я опытная	Мастинол	5 мл трехкратно с интервалом 24 часа, внутримышечно



Prevention-N-E – биопрепарат на основе комплекса полисахаридов *Saccharomyces cerevisiae*, с добавлением оксациклотетрадекан-2,10-диона (патент Российской Федерации на изобретение № 2602687).

Prevention-N-B-S – биопрепарат на основе полисахаридов дрожжевых клеток, с добавлением бактерицидов групп пенициллинов и аминогликозидов (патент Российской Федерации на изобретение № 2737399).

Мастинол – гомеопатический лекарственный препарат для лечения мастита, содержащий в себе следующие активные компоненты: красавка обыкновенная, переступень белый, лаконос аме-

риканский и другие.

Результаты исследований и их обсуждение

Показатели воздушного бассейна в помещениях для содержания коров в периоды сухостоя и новотельности в осенне-зимний период на момент исследования варьировались в пределах нормы. Так, температура воздушной среды в коровниках для указанных групп животных оказалась равной $10,3 \pm 0,36$ и $15,5 \pm 0,86$ °С, относительная влажность воздуха – $71,0 \pm 1,32$ и $68,4 \pm 0,81$ %, скорость потока воздушных масс – $0,32 \pm 0,16$ и $0,28 \pm 0,54$ м/с соответственно и т.д. (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры воздушного бассейна в помещениях для животных

Параметр	Помещение для коров в период	
	сухостоя	новотельности
T, °С	$10,30 \pm 0,36$	$15,50 \pm 0,86$
R, %	$71,00 \pm 1,32$	$68,40 \pm 0,81$
v, м/с	$0,32 \pm 0,16$	$0,28 \pm 0,58$
СК	1:14	1:13
КЕО, %	$0,64 \pm 0,87$	$0,66 \pm 0,08$
Концентрация загрязнителей в воздушной среде:		
NH ₃ , мг/м ³	$14,70 \pm 0,61$	$8,80 \pm 0,42$
CO ₂ , %	$0,21 \pm 0,55$	$0,15 \pm 0,03$
H ₂ S, мг/м ³	$6,30 \pm 0,43$	$4,60 \pm 0,72$
микробная контаминация, тыс./м ³	$46,70 \pm 1,55$	$35,30 \pm 1,32$
твердые аэрозоли, мг/м ³	$4,40 \pm 0,34$	$2,80 \pm 0,56$

T – температура воздуха, °С;

R – относительная влажность, %;

v – скорость движения воздуха, м/с;

СК – световой коэффициент;

КЕО – коэффициент естественной освещенности, %;

NH₃ – аммиак, мг/м³;

CO₂ – углекислый газ, %;

H₂S – сероводород, мг/м³.

Успех борьбы с маститом в первую очередь зависит от своевременной диагностики. Обнаруже-

ние хлопьев или сгустков в секрете при осмотре, а также снижение суточного удоя, увеличение паховых лимфатических узлов, повышение местной температуры долей вымени стали основанием для постановки окончательного диагноза – мастит.

Данные таблицы 4 свидетельствуют, что показатели физиологического состояния животных опытных групп после применения схем профилактики оказались в диапазоне рекомендуемых норм, а разница по сравнению с контролем была несущественной (P>0,05).

Таблица 4 – Клинико-физиологическое состояние животных

Группа	Периоды исследований, сут		Температура тела, °С	Пuls, колеб/мин	Дыхание, дв/мин
	до родов	после родов			
Первая опытная	35 - 30	3 - 5	$38,3 \pm 0,13$	$76 \pm 0,98$	$22 \pm 0,55$
	15 - 10		$38,0 \pm 0,17$	$76 \pm 1,24$	$22 \pm 0,41$
	10 - 5		$38,2 \pm 0,09$	$76 \pm 1,93$	$22 \pm 0,51$
			$38,2 \pm 0,35$	$76 \pm 1,93$	$22 \pm 0,66$
Вторая опытная	35 - 30	3 - 5	$38,1 \pm 0,44$	$76 \pm 0,87$	$21 \pm 1,51$
	15 - 10		$38,2 \pm 0,12$	$77 \pm 0,71$	$22 \pm 0,95$
	10 - 5		$38,2 \pm 0,09$	$77 \pm 0,86$	$21 \pm 0,53$
			$38,1 \pm 0,56$	$77 \pm 0,84$	$22 \pm 0,24$
Третья опытная	35 - 30	3 - 5	$38,0 \pm 0,18$	$75 \pm 1,66$	$21 \pm 0,40$
	15 - 10		$38,1 \pm 0,10$	$76 \pm 1,04$	$21 \pm 0,91$
	10 - 5		$37,9 \pm 0,09$	$76 \pm 0,95$	$22 \pm 0,32$
			$38,3 \pm 0,14$	$77 \pm 1,71$	$22 \pm 0,58$
Контрольная	35 - 30	3 - 5	$38,0 \pm 0,14$	$76 \pm 1,09$	$21 \pm 0,82$
	15 - 10		$38,0 \pm 0,10$	$77 \pm 0,87$	$22 \pm 0,65$
	10 - 5		$38,1 \pm 0,06$	$77 \pm 1,73$	$22 \pm 0,40$
			$38,1 \pm 0,11$	$76 \pm 1,73$	$22 \pm 0,80$



Температура тела животных первой, второй, третьей опытных и контрольной групп в период с 35-30 до 10-5 дней до родов оказалась в рамках физиологических норм и варьировала в интервалах $38,3 \pm 0,13$ - $38,2 \pm 0,09$ °С, $38,1 \pm 0,44$ - $38,2 \pm 0,09$ °С, $38,0 \pm 0,18$ - $37,9 \pm 0,09$ °С, $38,0 \pm 0,14$ - $38,1 \pm 0,06$ °С соответственно.

Пульс животных первой, второй, третьей опытных и контрольной групп в интервале с 35-30 до 10-5 дней до родов увеличился с $76 \pm 0,98$ до $76 \pm 1,93$, с $76 \pm 0,87$ до $77 \pm 0,86$, с $75 \pm 1,66$ до $76 \pm 0,95$, с $76 \pm 1,09$ до $77 \pm 1,73$ ударов в минуту соответственно.

Дыхательные движения животных первой, второй, третьей опытных и контрольной групп с 35-30 до 10-5 дней до родов варьировались в следующих интервалах: $22 \pm 0,55$ - $22 \pm 0,51$; $21 \pm 1,51$ -

$21 \pm 0,53$; $21 \pm 0,40$ - $22 \pm 0,32$; $21 \pm 0,82$ - $22 \pm 0,80$ вдоха в минуту соответственно ($P > 0,05$).

Таким образом, анализ таблицы показал, что разница физиологических показателей подопытных животных была незначительной и биологические препараты, использованные в экспериментах, не влияли на физиологическое состояние коров.

Результаты гематологических анализов приведены в таблице 5. Установлено, что содержание красных кровяных телец в крови коров первой, второй, третьей опытных групп оказалось выше, нежели в контроле. Так, в интервале за 35-30 дней до родов содержание эритроцитов в крови было выше в среднем на 1,1 %, за 15-10 дней – на 3,4 %, за 10-5 дней – на 4,4 %, через 3-5 дней после родов – на 10,3 % соответственно.

Таблица 5 – Исследование крови коров

Группа	Периоды исследований, сут		Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, $\times 10^9/л$
	до родов	после родов			
1-я опытная	35 – 30	3 – 5	$5,76 \pm 0,44$	$106,0 \pm 0,87$	$7,12 \pm 0,24$
	15 – 10		$6,08 \pm 0,87$	$107,2 \pm 0,64$	$7,36 \pm 0,44$
	10 – 5		$6,28 \pm 0,09$	$107,6 \pm 1,06$	$7,76 \pm 0,21$
			$6,64 \pm 0,69$	$108,4 \pm 1,55$	$7,62 \pm 0,04$
2-я опытная	35 – 30	3 – 5	$5,80 \pm 0,80$	$105,0 \pm 0,27$	$7,14 \pm 0,26$
	15 – 10		$6,18 \pm 0,88$	$106,6 \pm 0,76$	$7,48 \pm 0,37$
	10 – 5		$6,24 \pm 0,03$	$108,2 \pm 1,43^*$	$7,80 \pm 0,33$
			$6,70 \pm 0,09^*$	$110,4 \pm 1,00^{**}$	$7,78 \pm 0,85$
3-я опытная	35 – 30	3 – 5	$5,84 \pm 0,43$	$106,2 \pm 1,24$	$7,15 \pm 0,19$
	15 – 10		$6,08 \pm 0,50$	$105,4 \pm 1,82$	$7,14 \pm 0,36$
	10 – 5		$5,96 \pm 0,33$	$104,8 \pm 1,57$	$7,30 \pm 0,66$
			$6,10 \pm 0,26$	$104,0 \pm 1,77$	$7,37 \pm 0,26$
Контрольная	35 – 30	3 – 5	$5,74 \pm 0,57$	$105,2 \pm 1,09$	$7,18 \pm 0,29$
	15 – 10		$5,98 \pm 0,58$	$104,4 \pm 1,55$	$7,15 \pm 0,55$
	10 – 5		$5,98 \pm 0,09$	$103,8 \pm 1,27$	$7,30 \pm 0,00$
			$6,08 \pm 0,09$	$104,0 \pm 1,03$	$7,36 \pm 0,85$

* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Уровень гемоглобина в первой, второй, третьей опытных группах оказался выше, чем в контрольной группе. Также в определенных периодах исследования разница между гематологическими показателями коров опытных и контрольной групп была статистически важна. К примеру, у животных 1-й и 2-й опытных групп за 15-10 дней до родов концентрация в крови гемоглобина была на 2,8 и 2,1 % выше контроля ($P > 0,05$), за 10-5 дней до родов – на 3,6 и 4,1 % ($P < 0,05$), а на 3-5 дни после родов – на 4,3 и 6,3 % ($P < 0,05, 0,01$). Впрочем, различия, полученные при использовании биологических препаратов Prevention N–E, Prevention N–B–S, несмотря на то, что у животных 2-й опытной группы были немного выше (на 0,7 % за 10-5 дней до родов и на 1,9 % на 3-5 сутки после родов), но были незначительны.

Таким образом, увеличение числа красных кровяных телец и концентрации гемоглобина, вызванное биопрепаратами Prevention N–E и Prevention

N–B–S, свидетельствует об улучшении кроветворения коров. Препарат Мاستинол, использованный в третьей группе (опытной), подобные возможности не продемонстрировал.

Суммарное количество лейкоцитов в крови животных групп контроля и третьей (опытной) менялось в сроки исследований с $7,15 \pm 0,19$ до $7,30 \pm 0,66 \times 10^9/л$, с $7,14 \pm 0,29$ до $7,36 \pm 0,85 \times 10^9/л$, а у коров первой и второй (опытных) групп прогрессировало с $7,12 \pm 0,24$ до $7,76 \pm 0,21 \times 10^9/л$ и с $7,14 \pm 0,26$ до $7,80 \pm 0,33 \times 10^9/л$ соответственно.

В случае, когда лейкоциты в крови животных групп контроля и третьей (опытной) через 3-5 дней после родов повысились на $0,07 \times 10^9/л$ и $0,08 \times 10^9/л$, в первой и второй (опытных) группах сократились на $0,15 \times 10^9/л$ и на $0,03 \times 10^9/л$ соответственно. К тому же упомянутый показатель у коров первой и второй (опытных) групп превысил показатель как в третьей (опытной) группе, так и в группе контроля.



Стойкий рост числа лейкоцитов у животных на фоне внутримышечного применения биопрепарата свидетельствует о повышении показателей клеточного звена неспецифической защиты организма. Более выраженный соответствующий эффект показал биопрепарат Prevention-N-B-S, чем Prevention-N-E, впрочем, данная разница была не существенной ($P>0,05$).

Следовательно, профилактика мастита коров 2-й опытной группы биопрепаратом Prevention-N-B-S оказалась более эффективной, чем в 1-й, 3-й опытных и контрольной группах. Во второй (опытной) группе клинический мастит не был выявлен, в первой группе (опытной) – зафиксирован у одной коровы, в третьей группе (опытной) – у двух коров, в контроле – у трех коров.

Терапия больных маститом коров показала, что выздоровление коровы 1-й опытной группы, лечение которой проводилось Prevention-N-E, произошло через $4\pm 0,08$ дня, что на $7\pm 0,52$ дней меньше, нежели в третьей группе (опытной), где применялся Мастинол. Атрофия доли вымени наблюдалась у одной коровы в 3-й опытной группе. Следовательно, лечение мастита коров биопрепаратом Prevention-N-E было эффективнее, чем гомеопатическим препаратом Мастинол.

Заключение

Обобщая вышеизложенное, мы пришли к выводу, что применение иммуностимуляторов в профилактике и лечении мастита коров целесообразно. Изученные биопрепараты не влияли на физиологическое состояние животных, но способствовали активации показателей клеточного звена неспецифической резистентности организма. Более выраженный эффект показал биопрепарат Prevention-N-B-S, чем Prevention-N-E, впрочем, данная разница была не существенной ($P>0,05$). Примечательно, что только во 2-й опытной группе, где применялся Prevention-N-B-S, больных клиническим маститом коров как до, так и после отела не наблюдалось. Лечение мастита биопрепаратами проводилось в 1-й и 3-й опытных группах, где биопрепарат Prevention-N-E показал более выраженный эффект.

Список источников

1. Carvalho Sombra T C F, Fernandes D D, Bezerra B M O and D C S Nunes-Pinheiro 2021 Systemic inflammatory biomarkers and somatic cell count in dairy cows with subclinical mastitis Veterinary and Animal Science 11 DOI:10.1016/j.vas.2021.100165

2. Fursova K K, Shchannikova M P, Loskutova I V, Shepelyakovskaya A O, Laman A G, Boutanaev A M, Sokolov S L, Artem'eva O A, Nikanova D A, Zinovieva N A and F A Brovko 2018 Exotoxin diversity of Staphylococcus aureus isolated from milk of cows with subclinical mastitis in Central Russia Journal of Dairy Science 101(5) 4325-4331 DOI:10.3168/jds.2017-14074

3. Ilyasova Z Z, Mudarisov R M, Mannapova R T, Kulmakova N I, Nikitin D A, Simurzina E P and I N Khakimov 2021 Immunocorregating properties of propolis and their composite forms IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 012-011

DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012011

4. Kondruchina S G, Larionov G A, Ivanova T N, Tolstova S L, Biryukova D E, Stepanova A V, Semenov A A, Tyurin V G, Kuznetsov A F, Leontyev L B and E N Ivanova 2021 Effect of immunoprophylaxis on reproduction function of highly productive cows IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 012-037 DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012037

5. Semenov V. Atrophy of quarter udders as a consequence of untimely therapy of cow mastitis / V. Semenov, A. Stepanova, S. Kondruchina, T. Ivanova, N. Lukina, S. Tolstova, A. Semenov, D. Biryukova, E. Matveeva, A. Aldyakov // В книге: Материалы Международной научно-практической конференции. - Чебоксары, 2021. - С. 45. URL: 46140198

6. Semenov V G, Stepanova A V, Kondruchina S G, Ivanova T N, Lukina N M, Tolstova S L, Semenov A A, Biryukova D E, Matveeva E S and A V Aldyakov 2021 The use of biopreparations in the therapy of mastitis in cows IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 012-038 DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012038

7. Болгов, А.Е. Влияние различных факторов на резистентность коров к маститу / А.Е. Болгов, Е.П. Карманова, Л.Н. Муравья, В.Е. Макарова, С.Е. Штеркель, Н.В. Гришина, А.Е. Болгов // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - 2009. - № 5. - С. 73-81. URL: 11846155

8. Данилова, А.Ю. Воспроизводительные качества первотелок на фоне иммуностимуляции / А.Ю. Данилова, Т.Н. Иванова // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат. всерос. студ. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2020. - С. 184-189. URL: 42870229

9. Данилова, Д.О. Сравнительная эффективность лечения серозно-катарального мастита у высокопродуктивных коров / Д.О. Данилова, С.Г. Кондручина // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат. всерос. студ. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2020. - С. 190-193. URL: 42870230

10. Иванова, Т.Н. Реализация воспроизводительных качеств коров биопрепаратами / Т.Н. Иванова, Н.К. Кириллов, С.Г. Кондручина // Финансово-аналитическое обеспечение научно-технологического развития инновационной экономики. - Ставрополь, 2020. - С. 134-139. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44182152>

11. Ильясова, З.З. Терапевтическая эффективность комплексного лечения мастита у коров / З.З. Ильясова, Ф.М. Гафарова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2020. - № 1 (81). - С. 132-135. URL: 42459684

12. Кондручина, С.Г. Применение иммуностимуляторов при профилактике послеродовых осложнений у высокопродуктивных коров / С.Г. Кондручина, Т.Н. Иванова // Современные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины и практического животноводства: мат. междунар. науч.-практ. конф. - Чебоксары, 2021. - С. 48-54. URL: 47323294

13. Нефедова, Е.В. Экономическая и тера-



певтическая оценка эффективности мастита коров препаратами различных фармакологических групп / Е.В. Нефедова // Вклад молодых ученых в аграрную науку: мат. междунар. науч.-практ. конф. - 2018. - С. 142-144. URL: 36336346

14. Семенов, В.Г. Реализация воспроизводительных качеств коров и продуктивного потенциала телят биопрепаратами / В.Г. Семенов, Д.А. Никитин, Н.И. Герасимова, В.А. Васильев // Известия Международной академии аграрного образования. - 2017. - № 33. - С. 172-175. URL: 29368849

15. Симурзина, Е.П. Роль дрожжевых и био-генных стимуляторов в регуляции иммунного ответа стельных и новотельных коров / Е.П. Симурзина, Е.Н. Иванова // Современные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины и практического животноводства: мат. междунар. науч.-практ. конф. - Чебоксары, 2021. - С. 104-110. URL: 47323311

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Carvalho Sombra T C F, Fernandes D D, Bezerra B M O and D C S Nunes-Pinheiro 2021 Systemic inflammatory biomarkers and somatic cell count in dairy cows with subclinical mastitis *Veterinary and Animal Science* 11 DOI:10.1016/j.vas.2021.100165
2. Fursova K K, Shchannikova M P, Loskutova I V, Shepelyakovskaya A O, Laman A G, Boutanaev A M, Sokolov S L, Artem'eva O A, Nikanova D A, Zinovieva N A and F A Brovko 2018 Exotoxin diversity of *Staphylococcus aureus* isolated from milk of cows with subclinical mastitis in Central Russia *Journal of Dairy Science* 101(5) 4325-4331 DOI:10.3168/jds.2017-14074
3. Ilyasova Z Z, Mudarisov R M, Mannapova R T, Kulmakova N I, Nikitin D A, Simurzina E P and I N Khakimov 2021 Immunocorregating properties of propolis and their composite forms *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 012-011 DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012011
4. Kondruchina S G, Larionov G A, Ivanova T N, Tolstova S L, Biryukova D E, Stepanova A V, Semenov A A, Tyurin V G, Kuznetsov A F, Leontyev L B and E N Ivanova 2021 Effect of immunoprophylaxis on reproduction function of highly productive cows *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 012-037 DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012037
5. Semenov V. Atrophy of quarter udders as a consequence of untimely therapy of cow mastitis / V. Semenov, A. Stepanova, S. Kondruchina, T. Ivanova, N. Lukina, S. Tolstova, A. Semenov, D. Biryukova, E. Matveeva, A. Aldyakov // V knige: *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. - CHEboksary, 2021. - S. 45. URL: 46140198
6. Semenov V G, Stepanova A V, Kondruchina S G, Ivanova T N, Lukina N M, Tolstova S L, Semenov A A, Biryukova D E, Matveeva E S and A V Aldyakov 2021 The use of biopreparations in the therapy of mastitis in cows *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 012-038 DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012038
7. Bolgov, A.E. Vliyaniye razlichnykh faktorov na rezistentnost' korov k mastitu / A.E. Bolgov, E.P. Karmanova, L.N. Murav'ya, V.E. Makarova, S.E. SHterkel', N.V. Grishina, A.E. Bolgov // *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta*. - 2009. - № 5. - S. 73-81. URL: 11846155
8. Danilova, A.YU. Vosproizvoditel'nye kachestva pervotelok na fone immunostimulyacii / A.YU. Danilova, T.N. Ivanova // *Studencheskaya nauka - pervyj shag v akademicheskuyu nauku: mat. vseros. stud. nauch.-prakt. конф.* – CHEboksary, 2020. - S. 184-189. URL: 42870229
9. Danilova, D.O. Sravnitel'naya effektivnost' lecheniya serozno-kataral'nogo mastita u vysokoproduktivnykh korov / D.O. Danilova, S.G. Kondruchina // *Studencheskaya nauka - pervyj shag v akademicheskuyu nauku: mat. vseros. stud. nauch.-prakt. конф.* – CHEboksary, 2020. - S. 190-193. URL: 42870230
10. Ivanova, T.N. Realizaciya vosproizvoditel'nykh kachestv korov biopreparatami / T.N. Ivanova, N.K. Kirillov, S.G. Kondruchina // *Finansovo-analiticheskoe obespechenie nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya innovacionnoj ekonomiki*. - Stavropol', 2020. - S. 134-139. URL: 44182152
11. Il'yasova, Z.Z. Terapevticheskaya effektivnost' kompleksnogo lecheniya mastita u korov / Z.Z. Il'yasova, F.M. Gafarova // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – Orenburg, 2020. - № 1 (81). - S. 132-135. URL: 42459684
12. Kondruchina, S.G. Primenenie immunotropnykh preparatov pri profilaktike poslerodovyykh oslozhnenij u vysokoproduktivnykh korov / S.G. Kondruchina, T.N. Ivanova // *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya*
16. Скогорева, А.М. Инфекционные болезни: к вопросу лечения субклинического мастита у коров / А.М. Скогорева, О.А. Манжурина, О.В. Попова // *Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: мат. IV междунар. науч.-практ. конф.*- Воронеж, 2020.- С. 189-191. URL: 44715056
17. Степанова, А.В. Применение иммуностимуляторов в профилактике и терапии мастита коров / А.В. Степанова // *Молодежь и инновации: мат. XVII всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов*. - Чебоксары, 2021. - С. 279-285. URL: 46494599
18. Степанова, А.В. К проблеме профилактики и терапии мастита коров // *Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки: мат. всерос. науч.-практ. конференции с международным участием*. - Чебоксары, 2020. - С. 183-190. URL: 47312312



veterinarnej mediciny i prakticheskogo zhivotnovodstva: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - CHEboksary, 2021. - S. 48-54. URL: 47323294

13. Nefedova, E.V. Ekonomicheskaya i terapevticheskaya ocenka effektivnosti mastita korov preparatami razlichnyh farmakologicheskikh grupp / E.V. Nefedova // Vklad molodyh uchenyh v agrarnuyu nauku: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - 2018. - S. 142-144. URL: 36336346

14. Semenov, V.G. Realizaciya vosproizvoditel'nyh kachestv korov i produktivnogo potenciala telyat biopreparatami / V.G. Semenov, D.A. Nikitin, N.I. Gerasimova, V.A. Vasil'ev // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. - 2017. - № 33. - S. 172-175. URL: 29368849

15. Simurzina, E.P. Rol' drozhzhevyh i biogennyh stimulyatorov v regulyacii immunnogo otveta stel'nyh i novotel'nyh korov / E.P. Simurzina, E.N. Ivanova // Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya veterinarnej mediciny i prakticheskogo zhivotnovodstva: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - CHEboksary, 2021. - S. 104-110. URL: 47323311

16. Skogoreva, A.M. Infekcionnye bolezni: k voprosu lecheniya subklinicheskogo mastita u korov / A.M. Skogoreva, O.A. Manzhurina, O.V. Popova // Veterinarно-sanitarnye aspekty kachestva i bezopasnosti sel'skohozyajstvennoj produkcii: mat. IV mezhdunar. nauch.-prakt. konf.- Voronezh, 2020.- S. 189-191. URL: 44715056

17. Stepanova, A.V. Primenenie immunostimulyatorov v profilaktike i terapii mastita korov / A.V. Stepanova // Molodezh' i innovacii: mat. XVII vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. - CHEboksary, 2021. - S. 279-285. URL: 46494599

18. Stepanova, A.V. K probleme profilaktiki i terapii mastita korov // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya veterinarnej i zootekhnicheskoy nauki: mat. vseros. nauch.-prakt. konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. - CHEboksary, 2020. - S. 183-190. URL: 47312312

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Лузова Анна Вячеславовна, аспирант кафедры морфологии, акушерства и терапии, Чувашский государственный аграрный университет, luzova_anna@mail.ru

Семенов Владимир Григорьевич, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Чувашский государственный аграрный университет, semenov_v.g@list.ru

Морозова Нина Ивановна, д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, morozova@rgatu.ru

Мусаев Фаррух Атауллахович, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, musaev@rgatu.ru

Михайлова Рената Васильевна, д-р филос. наук, профессор, зав. кафедрой общеобразовательных дисциплин, Чувашский государственный аграрный университет, neti-mix@yandex.ru

Тихонов Анатолий Сергеевич, д-р филос. наук, профессор кафедры общеобразовательных дисциплин, Чувашский государственный аграрный университет, neti-mix@yandex.ru

Information about the author

Luzova Anna Vyacheslavovna, Postgraduate student of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University, luzova_anna@mail.ru

Semenov Vladimir Grigoryevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University, semenov_v.g@list.ru

Morozova Nina Ivanivna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, morozova@rgatu.ru

Musaev Farrukh Ataulakhovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, musaev@rgatu.ru

Mikhailova Renata Vasilyevna, Doctor of Philosophy, Professor, Head of the Department of General Education Disciplines, Chuvash State Agrarian University, neti-mix@yandex.ru

Tikhonov Anatoly Sergeevich, Doctor of Philosophy, Professor of the Department of General Education Disciplines, Chuvash State Agrarian University, neti-mix@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 31.01.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 31.01.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631. 587 (075.3)
DOI: 10.36508/RSATU.2022.96.79.005

СИСТЕМА ИНЪЕКЦИОННОГО ОРОШЕНИЯ

Ламия Мирнаибкызы Мирсалахова¹

¹Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Азербайджан, AZ2000, Гянджа, проспект Атаюрка 450,

¹lamiamirsalahova@gmail.com

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований является разработка методики для гидравлического расчёта и проектирования системы инъекционного орошения.

Методология. Исследования проводились на кафедре мелиорации и гидротехнических сооружений Азербайджанского Государственного Аграрного Университета с использованием законов гидравлики и методов гидравлических расчётов сложных трубопроводов.

Результаты. В статье изложены конструктивные особенности и принципы работы системы инъекционного орошения. Установлено, что более 80 % сельскохозяйственной продукции в Азербайджане производится на орошаемых землях. Однако водные ресурсы республики крайне ограничены и в связи с глобальным изменением климата обстановка коренным образом ухудшалась, ресурсы уменьшались почти в 2 раза. В то же время, в связи с увеличением площади орошаемых земель, ростом промышленности и численности населения потребность в воде из года в год неуклонно возрастает. Поэтому при остром дефиците воды возникает необходимость в создании наиболее водосберегающих техник и технологий, в том числе совершенствования оросительных систем. В связи с этим предложена усовершенствованная система инъекционного орошения, которая позволяет предотвратить потери оросительной воды и сэкономить её почти в 2-4 раза по сравнению с другими видами систем орошения. Она содержит насосную станцию с аванкамерой, водонапорную башню (или бассейн), устройство для приготовления жидкого удобрения и подачи его в почву, пульт управления системой, необходимые арматуры и приборы, магистральный, распределительные и оросительные трубопроводы и инжекторы для подачи воды в корневую систему растений.

Заключение. Усовершенствована конструкция основного рабочего органа – инжектора, который может работать при наличии относительно мутной воды, в составе которой имеются питательные вещества. Система предназначена для применения на больших площадях, на которых выращиваются плодовые сады, виноградники и другие растения. Система может быть построена и эффективно функционировать в горных и предгорных зонах. Даже в этих условиях конструкция системы намного упрощается, т.е. отпадает необходимость в возведении водонапорной башни.

Ключевые слова: система инъекционного орошения, конструкция, принцип работы, инжектор, удобрение, усовершенствование.

Для цитирования: Мирсалахова Л. М. Система инъекционного орошения //Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева.2022.Т14, №1. С 43-50 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.96.79.005>

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

THE INJECTION OF IRRIGATION SYSTEM

Lamia M. Mirsalakhova¹

¹Azerbaijan State Agrarian University, Azerbaijan, AZ2000, Ganja, 450 Ataturk Avenue,

¹lamiamirsalahova@gmail.com

Abstract.

Problem and purpose. The aim of the research is to develop a methodology for the hydraulic calculation of the injection irrigation system and thus for its design.



Methodology. The research was carried out at the Department of Melioration and Hydraulic Structures of the Azerbaijan State Agrarian University using the laws of hydraulics and methods of hydraulic calculations of complex pipelines.

Results. The article describes the design features and principles of the injection irrigation system. It has been established that more than 80 % of agricultural products in Azerbaijan are produced on irrigated lands. However, the republic's water resources are extremely limited and due to global climate change, the situation has deteriorated radically and resources have decreased by almost 2 times. At the same time, due to the increase in the area of irrigated land, the growth of industry and population, the need for water is steadily increasing from year to year. Therefore, with an acute shortage of water, there is a need to create the most water-saving techniques and technologies, including advanced irrigation systems. In this regard, a more advanced injection irrigation system has been proposed, which allows to prevent the loss of irrigation water and save it almost 2-4 times compared to other types of irrigation systems. It contains a pumping station with an advance chamber, a water tower (or a swimming pool), a device for preparing liquid fertilizer and feeding it into the soil, a system control panel, the necessary fittings and devices, trunk, distribution and irrigation pipelines, and injectors for supplying water to the root system of plants.

Conclusion. The design of the main working organ – the injector, which can work in the presence of relatively turbid water, which contains nutrients, has been improved. The system is designed for use in large areas where orchards, vineyards and other plants are grown. The system can be built and function effectively in mountainous and foothill zones. Even in these conditions, the design of the system is much simplified, i.e. there is no need to erect a water tower.

Key words: injection irrigation system, design, operating principle, injector, fertilizer, improvement.

For citation: The injection of irrigation system. Mirsalakhova L.M. The injection of irrigation system// Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). С 43-50(in Russ.).<https://orcid.org/10.36508/RSATU.2022.96.79.005>

Введение

Для сельского хозяйства Азербайджанской республики орошение земель имеет особое значение, так как более 80 % сельскохозяйственной продукции в республике производится на орошаемых землях. Республика расположена в аридной зоне и здесь годовое количество атмосферных осадков в 3-4 раза меньше испаряемости. С другой стороны, в республике имеются земельные ресурсы площадью более 4,5 млн га, пригодные к орошению. Однако из-за нехватки собственных водных ресурсов расширение площади орошаемых земель практически затруднительно, так как традиционными источниками водных ресурсов являются поверхностные стоки рек, основная часть которых формируется за пределами республики. В умеренно засушливых годах объём ресурсов речных вод составляет 27,8 млрд м³, а объём транзитных стоков – 17,4 млрд м³ [1,2]. При таких ресурсах речных вод ощущается острая нехватка воды, и удовлетворить потребность сельского хозяйства в воде становится невозможным. В связи с глобальным изменением климата (повышением температуры, уменьшением атмосферных осадков и т.д.) ресурсы речных и подземных вод уменьшились более чем в 2 раза [3]. Расход реки Кура, которая является основной водной артерией Азербайджана, уменьшился примерно в 17 раз. В настоящее время средний многолетний расход реки составлял 600 м³/с, расход её устьевой части составляет 35 м³/с.

Материалы и методы исследования

В связи с ростом промышленности, увеличением площади орошаемых земель и численности населения из года в год возрастает потребность в пресной воде. По подсчетам специалистов в ближайшем будущем потребность в воде воз-

растет почти в 1,5-3,0 раза. Таким образом, для получения устойчивых и высоких урожаев с каждого гектара орошаемых земель, уменьшения потерь воды на фильтрацию и испарение, более рационального и экономного использования имеющихся водных ресурсов все острее ощущается необходимость в создании технически совершенных и надёжных оросительных систем. Объектом исследования является система инъекционного орошения, предназначенного для полива садов, виноградников и других культур. Цель исследований – усовершенствование конструкции системы инъекционного орошения, повышение её эффективности и надёжности. В ходе исследования в соответствии с методикой совершенствовалась конструкция системы инъекционного орошения путем изучения конструктивных особенностей, принципа работы известных систем орошения и выявления их недостатков.

Результаты исследований и их обсуждение

Способы и техники орошения выбирают в зависимости от вида возделываемых культур, водно-физических свойств почвы, рельефа местности, климатических условий и наличия водных ресурсов, а затем осуществляется технико-экономическое обоснование. Каждому способу орошения присуща определенная техника, т.е. система орошения [4]. Способы и соответствующая техника, предназначенная для орошения садов и виноградников, не могут быть применены для орошения кормовых культур. Практика орошаемого земледелия показывает, что правильный выбор способа и техники орошения позволяет предотвратить потери воды на фильтрацию и испарение, и тем самым повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Установлено также, что независимо от рельефа местности применение капельного



и инъекционного орошения садов и виноградников позволяет сэкономить оросительной воды в 2-4 раза и уменьшить количество удобрений на 30-57 % по сравнению с другими способами орошения [5]. При применении капельного и инъекционного орошения предотвращается эрозия почвы, не происходит подъём уровня грунтовых вод и тем самым повторно засоление земель; наличие ветра не влияет на процесс поливов, не создаются условия для развития сорняков; возможно автоматизировать процесс орошения и дистанционно управлять им.

Анализ показывает, что капельное орошение имеет ряд недостатков по сравнению с инъекционным, так как при капельном орошении капельницы быстро закупориваются даже при малейшей мутности воды, наличии механических примесей, растворенных веществ и водорослей. В склонах происходит неравномерное увлажнение почвы в корневой системе растений. Основным недостатком капельного орошения заключается в том, что капли оросительной воды прямо попадают на поверхность почвы и увлажняют её. При этом происходит интенсивное испарение из почвы.

Для устранения этих недостатков капельного орошения в 1977 году в Азербайджанском Научно-Исследовательском Институте Гидротехники и Мелиорации разработана система инъекционного орошения [6]. Предложенная система инъекционного орошения содержала субартезианскую скважину (в качестве источника воды), водонапорную башню, погружной насос, задвижку, манометр, распределительный и поливные трубопроводы и иньектор [6].

Основным рабочим органом в инъекционной системе орошения является иньектор, который в известной системе состоит из иньекторного штуцера, иньекторной микротрубки диаметром 6 мм, длиной 20 см и иньекторной трубки диаметром 35 мм, длиной 90-120 см. Подпочвенная часть (длиной 60-90 см) иньекторной трубки перфорирована отверстиями диаметром 1,5 мм, находящимися на расстоянии 10 см друг от друга. Число отверстий составляет 20-24.

Система инъекционного орошения выполнена так: задвижка установлена в точке соединения распределительного трубопровода с напорной башней. Металлический распределительный трубопровод диаметром 70 мм был проложен на глубине 40 см. Против каждого растения предусмотрен стальной изогнутый стояк, высотой около 45 см и диаметром в полдюйма, выходящий на поверхность земли. На стояках установлены вентили для регулирования поданной воды в поливные трубопроводы и через стальной переходник к ним подсоединены полиэтиленовые поливные трубопроводы, на которых монтировались иньекторы. Для каждого растения (дерева или виноградника) предусмотрен один иньектор, расположенный от ствола растения на расстоянии 5 см.

Система работает следующим образом: вода из субартезианской скважины насосом подается в водонапорную башню, а из неё в распределительный

трубопровод, оттуда вода поступает в поливные трубопроводы. Затем вода из них с помощью штуцера через микротрубки поступает в иньекторную трубку и через её отверстия – в корнеобитаемую зону растений. Таким образом, происходит локальное увлажнение корнеобитаемой зоны растений, в частности, плодовых деревьев и виноградных кустов.

Недостатки известной системы следующие: несовершенство системы в целом и, в частности, иньекторного устройства, являющегося основным рабочим органом системы; управление системой осуществляется вручную; не представляется возможным регулировать расход иньекторов, поэтому вода по длине оросительного трубопровода распределяется неравномерно; расход одного иньектора при начальном напоре $H=6-8$ м составляет более 750 л/мин, что для такой системы чрезмерно много; система не может работать при заборе мутной воды из реки, так как в системе не предусмотрено очистительное устройство; в системе отсутствует устройство для приготовления жидкого удобрения и подачи его в оросительные трубопроводы.

В отличие от вышеописанного способа и системы инъекционного орошения в Казахстане разработан более оригинальный способ и система инъекционного полива [7].

Суть способа инъекционного полива заключается в том, что оросительная вода не подается в почву, она непосредственно подается в растение, т.е. вводится в ксилему растений. Техника для осуществления этого способа орошения содержит задающее устройство, которое состоит из цистерны и оросительного бака с регулирующей установкой, съёмный фильтр, регулятор давления, магистральный резиновый шланг, оросительные шланги, поливные трубки и наконечники (иглы). Данная система инъекционного орошения предназначена для полива пропашных культур, в частности, кукурузы, подсолнечника, сорго, хлопчатника, томатов, огурцов, баклажанов, перца и т.д. Иньектирование растения проводится следующим образом: возле растений производится откоп до появления зоны распространения корневых волосков, затем под углом $10-15^\circ$ в направлении вниз в зону распространения корневых волосков вставляется игла. При этом кончик иглы должен достичь середины ксилемы растения, по которой вода будет двигаться вверх [8,9,10].

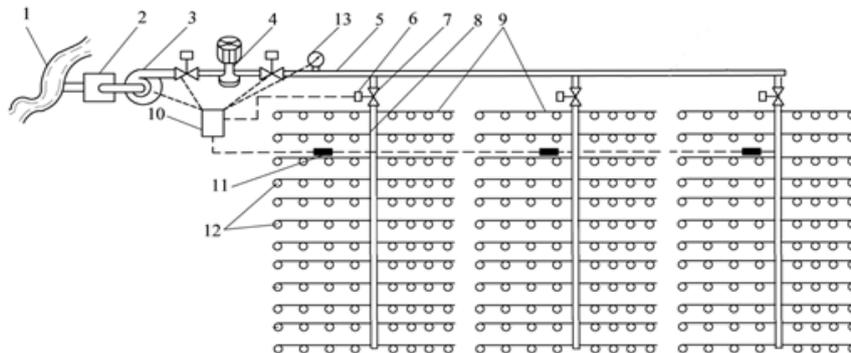
Предложенная система инъекционного полива работает следующим образом: привезённой водовозом из ближайшего источника водой и жидким удобрением заправляется цистерна, и открывают трубы, соединяющие цистерны с оросительным баком. Вода с удобрением из бака сначала поступает в магистральный резиновый шланг, затем в оросительные шланги и далее в поливные шланги с иглой. Регулирование напора в системе осуществляется путём перемещения воздушной трубки в вертикальном направлении (вниз или вверх) с фиксацией её на нужной отметке [11-14].

Эта инъекционная система полива непригодна

для орошения больших территорий. Разработчики сами утверждают, что эта система новая, она не изучена до конца, многие вопросы нуждаются в уточнении; она может быть применена на малых участках, например, в теплицах, в опытных хозяйствах и т.д.

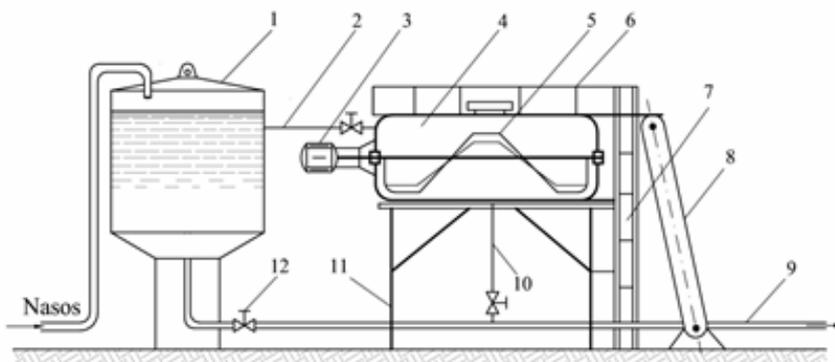
С учетом всего вышеизложенного, нами предложена более совершенная система инъекционного орошения, которая может быть применена в самых сложных условиях. Предложенная система

содержит насосную станцию с аванкамерой, водонапорную башню (или бассейн), устройство для приготовления и подачи в систему удобрений, дистанционно управляемые задвижки, магистральный, распределительные и поливные трубопроводы, датчики для передачи сигналов о степени увлажняемости (влажности) почвы и расхода воды, иньекторы и пульт (станция) управления. Система схематически изображена на рисунке 1.



1 – водоисточник; 2 – аванкамера; 3 – насос; 4 – водонапорная башня с устройством для приготовления и подачи в систему удобрений; 5 – агистральный трубопровод; 6 – датчик; 7 – задвижка; 8 – распределительные трубопроводы; 9 – поливные трубопроводы; 10 – пульт управления; 11 – датчик влажности; 12 – иньекторы; 13 – водомер
(1-a water source; 2-an advance chamber; 3-a pump; 4-a water tower with a device for preparing and feeding fertilizers into the system, 5-a main pipeline; 6-a sensor; 7-a valve; 8-distribution pipelines; 9-irrigation pipelines; 10-a control panel; 11-a humidity sensor; 12-injectors; 13-water meter.)

Рис. 1 – Принципиальная схема системы инъекционного орошения



(Schematic diagram of the injection irrigation system)

1 – водонапорная башня; 2 – соединительная труба; 3 – электродвигатель; 4 – бак; 5 – смесительная лопатка; 6 – рабочая площадка; 7 – лестница; 8 – транспортёр; 9 – магистральный трубопровод; 10 – труба для подачи в систему жидких удобрений; 11 – стойки; 12 – задвижка
(1-water tower; 2-connecting pipe; 3-electric motor; 4-tank; 5-mixing blade; 6-working platform; 7-ladder; 8-conveyor; 9-main pipeline; 10-pipe for supplying liquid fertilizers to the system; 11-racks; 12-gate valve.)

Рис.2 – Устройство для приготовления и подачи в систему удобрений
(Device for preparing and feeding fertilizers into the system)

Система инъекционного орошения выполнена следующим образом.

Для предотвращения попадания плавающих предметов и крупных наносов в систему орошения перед подводящим каналом установлена соорудерживающая решётка. Для осаждения средних наносов перед насосной станцией построена аванкамера, и всасывающий трубопровод насоса расположен в конце аванкамеры. Насос соеди-

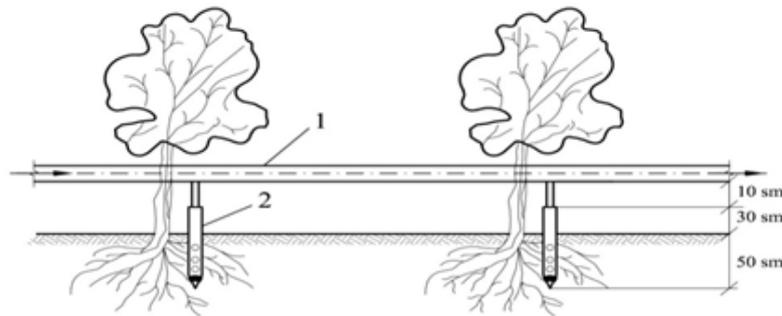
нен с водонапорной башней, которая подает воду в магистральный трубопровод. Рядом с водонапорной башней расположено устройство для приготовления жидкого удобрения и подачи его в систему. Оно снабжено транспортёром, лестницей и рабочей площадкой (рис.2).

Магистральный трубопровод проложен в верхней части орошаемого поля и к нему с помощью задвижек присоединены распределительные тру-



бопроводы, из которых разветвлены поливные трубопроводы с расстоянием между ними, равным междурядному расстоянию растений. Около каждого растения (дерева, виноградного куста) распо-

ложены иньекторы и с помощью соединительного элемента – штуцера соединены с поливным трубопроводом (рис.3).

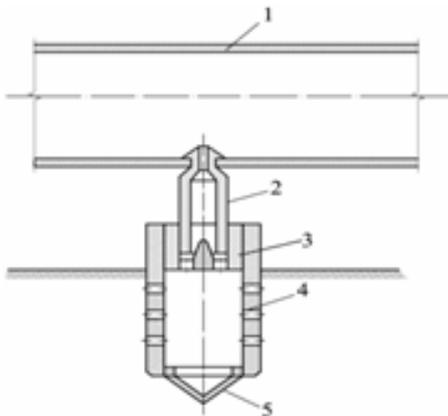


1 – поливной трубопровод; 2 – иньектор
(1-irrigation pipeline; 2-insulator)

Рис. 3 – Схема размещения иньектора
(The layout of the injector)

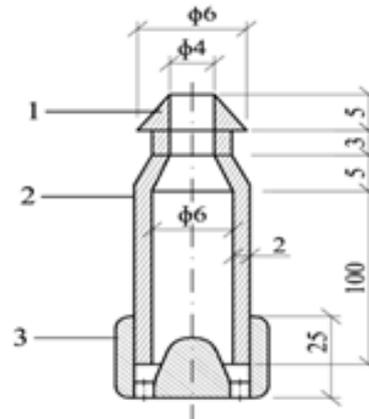
Иньектор выполнен в специальной конструкции с учётом того, что он является основным и важным рабочим органом системы инъекционного орошения. Иньектор содержит соединительный элемент (штуцер), дроссель, иньекторную трубку с острым наконечником (рис.4).

Для надёжного и плотного соединения иньектора с поливным трубопроводом головка штуцера выполнена гибкая в форме усеченного конуса, а нижняя часть снабжена дросселем, на дне которого выполнено 4 отверстия диаметром 2 мм для пропуска воды в иньекторную трубку, которые закрываются стенкой соединительного элемента (рис.5).



1 – поливной трубопровод; 2 – штуцер;
3 – дроссель; 4 – трубка; 5 – наконечник
(1-irrigation pipeline; 2-fitting; 3-choke;
4-injection tube; 5-tip)

Рис. 4 – Общий вид иньектора
(General view of the injector)



1 – головка штуцера; 2 – штуцер; 3 – дроссель
(1-fitting head; 2-fitting; 3-choke)

Рис. 5 – Штуцер с дросселем
(Fitting with throttle)

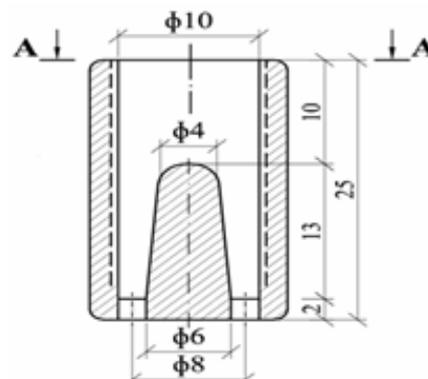
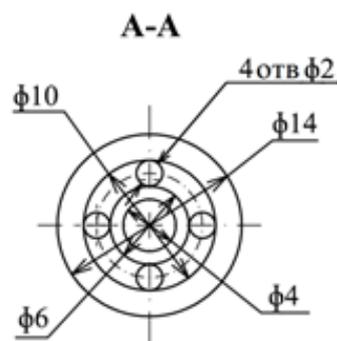


Рис.6 – Дроссель (Throttle)

Расход инжектора регулируется дросселем путём его закручивания и откручивания (рис.6). Расход инжектора определяется во время проектирования и в это время, исходя из проективного расхода, заранее в производственных условиях устанавливается положение дросселя.

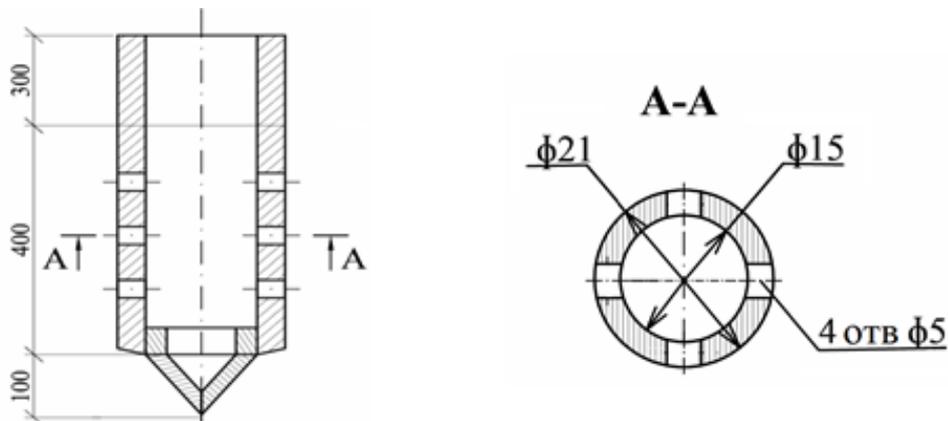


Рис.7 – Инъекторная трубка (Injection tube)

Пульт управления размещается на краю поля и имеет связь со всеми арматурами системы, снабжается необходимыми приборами. На орошаемом поле в соответствующих точках устанавливаются датчики, фиксирующие изменение влажности в корнеобитаемой зоне почвы и передающие сигналы в пульт управления системой инъекционного орошения.

Система инъекционного орошения работает следующим образом.

Перед проведением полива насосом подают воду в водонапорную башню, заполняют её из источника. Затем из водонапорной башни оросительная вода пускается в магистральный трубопровод и оттуда в распределительные и оросительные трубопроводы. Вода из оросительных трубопроводов посредством соединительного элемента с дросселем поступает в инжекторную трубку и через её отверстия – в корнеобитаемую зону растения. При этом происходит увлажнение корнеобитаемой зоны растений.

Отметим, что при проектировании системы орошения в зависимости от водно-физических свойств почвы и вида растений устанавливаются верхний и нижний пределы влажности почвы. Исходя из этих параметров, пуск и остановка системы осуществляется автоматически с помощью пульта управления.

При достижении верхнего предела влажности почвы в зоне корневой системы растения датчик влажности передает сигнал в пульт управления и автоматически прекращается подача воды в магистральный трубопровод и тем самым в систему. При уменьшении влажности почвы до нижнего предела по сигналу датчика влажности из пульта управления подается команда о запуске системы в работу.

Внесение удобрений в почву осуществляется следующим образом.

Заранее устанавливается доза и количество

Инъекторная трубка представляет собой обычную пластмассовую трубу длиной 70 см с внутренним диаметром 15 мм и имеет острый наконечник для свободного втекания в почву. Подпочвенная часть трубки перфорирована в шахматном порядке, диаметр отверстий – 5 мм (рис.7).

удобрений и ими наполняют бак устройства для приготовления удобрения (рис.2). Бак заполняется водой из водонапорной башни и твёрдые удобрения в баке путём перемешивания растворяются, и они получают жидкое состояние. Задвижка на сливной трубе устройства открывается, и жидкое удобрение перемешивается с оросительной водой в системе, а затем поступает в корнеобитаемую зону растений.

Система инъекционного орошения предусмотрена для применения на больших территориях с малым уклоном поверхности земли.

Гидравлический расчёт данной системы (этот расчёт здесь не приводится) показывает, что система способна работать даже при наличии незначительного напора (например, при применении системы в горных и предгорных зонах), не требуется создание искусственного напора, так как разность отметки местности достаточна для функционирования системы. Поэтому, при применении системы инъекционного орошения в горных и предгорных зонах отпадает необходимость в строительстве насосной станции с аванкамерой, водонапорной башней, стояков, лестницы и транспортёра в устройстве приготовления жидкого удобрения. Но при этом источники воды должны находиться выше орошаемых земель. Такими водными источниками могут быть горные реки, нагорные каналы, артезианские и субартезианские скважины.

Заключение

1. При инъекционном поливе полностью предотвращается физическое испарение с поверхности почвы, так как поливная вода, не попадая на поверхность почвы, непосредственно поступает в растение. Вода расходуется только на транспирацию растений. Поэтому потери воды гораздо меньше по сравнению с другими видами орошения.

2. Закупорка трубопроводов малых диаметров и инжекторов маловероятна по сравнению с капельным орошением. Поэтому орошение можно



проводить с относительно мутной водой, в составе которой имеются богатые питательные вещества, что позволяет уменьшить количество удобрений.

3. При инъекционном орошении увлажнение корнеобитаемого слоя почвы по сравнению с капельным орошением происходит более интенсивно, а это позволяет проводить орошение периодически и тем самым экономить поливную воду.

4. При инъекционном орошении отпадает необходимость в применении устройств и машин для внесения минеральных удобрений в почву.

Список источников

1. Мамедов, Р.Г. Подземные воды Азербайджана и использование их в народном хозяйстве в условиях платы за ресурсы./ Р.Г.Мамедов, С.Т.Гасанов//Обзорная информация. Серия "Сельское хозяйство". – Баку: АзНИИТИ, 1990. – 28 с.

2. Гасанов, С.Т. Дренаж: расчёты, проектирование и эксплуатация/С.Т. Гасанов.– Баку : Элм, 2009. – 234 с. - URL: http://anl.az/el/h/hst_dhli.pdf

3. Засуха. Оценка управления и смягчения эффектов для стран Центральной Азии и Кавказа // Отчёт Всемирного Банка № 31998 –ЕСА, 2005. – 126 с. URL: <https://documents1.-worldbank.-org/curated/-en/-642911468023643404/pdf/319980RUSIAN01over0p0801481PUBLIC1.pdf>

4. Костяков, А.Н. Основы мелиорации./ А.Н.Костяков.– М.:Сельхозгиз, 1960. – 624 с. URL: <https://www.-ozon.ru/product/osnovy-melioratsii-4148825/?sh=A9OZSAAAAA>

5. Баширов, Н.Б. Техника прогрессивного орошения/ Н.Б.Баширов.– Баку : Элм, 1999,– 139 с.(на азерб. языке).

6. Баширов, Н.Б. Технический прогресс в орошении сельскохозяйственных культур на склоновых землях Азербайджана/. Н.Б.Баширов.– Баку:

Изд. КТН, 1996. –112 с. URL: <http://ahmeib.az/wp-content/uploads/2019/08/2-2-2.pdf>

7. Зубаиров, О.З. Оросительная мелиорация. Учебник/О.З.Зубаиров, Х.Н.Габдеев, А.Г.Рау и др.– Алматы: Нур-Принт, 2014.– 273 с.

8. Дубенок, Н. Н. Гидротехнические сельскохозяйственные мелиорации : учебное пособие : практикум / Дубенок Н. Н. , Шумакова К. Б. - Москва : Проспект, 2016. - 336 с.

9. Гидротехнические мелиорации : методические указания / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева, Фак. почвоведения, агрохимии и экологии, Каф. мелиорации и геодезии ; [сост. Дубенок Н. Н., Шумакова К. Б., Калиниченко Р. В.]. - Москва : Изд-во РГАУ- МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. - 108 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005422901>

10. Гахраманлы Ю. Инженерная мелиорация. Учебник./ Ю.Гахраманлы. –Баку: «Образование» НПМ, 2004.– 310с.

11. Валиев, А.Н. Организация, планирование и руководство водохозяйственными и мелиоративными строительными работами. Учебник. / А.Н.Валиев С.А.Валиева.– Баку: Бакинское НПМ «Образование», 2006.– 288с.

12. Мирсалахов, М.М. Практикум по мелиорации сельскохозяйственных земель. Учебник / М.М.Мирсалахов.– Гянджа, АДАУ, 2014.– 264 с.

13. Багиров, Б. Гидравлика в сельском хозяйстве/ Б.Багиров , А. Аллахвердиев, С. Мурадлы.–Баку.«Элм», 2019. – 320 стр.

14. Ахмедзаде, А. Дж. Энциклопедия. Мелиорация и Водное хозяйство/ А. Дж. Ахмедзаде, А.Д. Гашимов. – Баку:Радиус, 2016.– 632 с. -URL: <http://anl.az/el/Kitab/2017/Azf-294666.pdf>

References

1. Mamedov, R.G. Podzemnye vody Azerbajdzhana i ispol'zovanie ih v narodnom hozyajstve v usloviyah platy za resursy./ R.G.Mamedov, S.T.Gasanov//Obzornaya informaciya. Seriya " Sel'skoe hozyajstvo". – Baku: AzNIINTI, 1990. – 28 s.

2. Gasanov, S.T. Drenazh: raschyoty, proektirovanie i ekspluatsiya/S.T. Gasanov.– Baku : Elm, 2009. – 234 s. - URL: http://anl.az/el/h/hst_dhli.pdf

3. Zasuha. Ocenka upravleniya i smyagcheniya effektivov dlya stran Central'noj Azii i Kavkaza // Otchyot Vsemirnogo Banka № 31998 –ESA, 2005. – 126 s. URL: <https://documents1.-worldbank.-org/curated/-en/-642911468023643404/pdf/319980RUSSIAN01over0p0801481PUBLIC1.pdf>

4. Kostyakov, A.N. Osnovy melioratsii./ A.N.Kostyakov.– M.:Sel'hozgiz, 1960. –624 s. URL: <https://www.-ozon.ru/product/osnovy-melioratsii-4148825/?sh=A9OZSAAAAA>

5. Bashirov, N.B. Tekhnika progressivnogo orosheniya/ N.B.Bashirov.– Baku : Elm, 1999,– 139 s.(na azerb. yazyke).

6. Bashirov, N.B. Tekhnicheskij progress v oroshenii sel'skohozyajstvennykh kul'tur na sklonnykh zemlyah Azerbajdzhana/. N.B.Bashirov.– Baku: Izd. KTN, 1996. –112 s. URL: <http://ahmeib.az/wp-content/uploads/2019/08/2-2-2.pdf>

7. Zubairov, O.Z. Orositel'naya melioraciya. Uchebnik/O.Z.Zubairov, H.N.Gabdeev, A.G.Rau i dr.– Almaty: Nur-Print, 2014.– 273 s.

8. Dubenok, N. N. Gidrotekhnicheskie sel'skohozyajstvennye melioratsii : uchebnoe posobie : praktikum / Dubenok N. N. , SHumakova K. B. - Moskva : Prospekt, 2016. - 336 s.

9. Gidrotekhnicheskie melioratsii : metodicheskie ukazaniya / M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federatsii, Rossijskij gos. agrarnyj un-t - MSKHA im. K. A. Timiryazeva, Fak. pochvovedeniya, agrohimii i ekologii, Kaf. melioratsii i geodezii ; [sost. Dubenok N. N., SHumakova K. B., Kalinichenko R. V.]. - Moskva : Izd-vo RGAU-MSKHA im. K. A. Timiryazeva, 2011. - 108 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005422901>

10. Gahramanly YU. Inzhenernaya melioraciya.Uchebnik./ YU.Gahramanly. –Baku: «Obrazovanie» NPM, 2004.– 310s.



11. Valiev, A.N. Organizaciya, planirovanie i rukovodstvo vodohozyajstvennymi i meliorativnymi stroitel'nymi rabotami. Uchebnik. / A.N.Valiev S.A.Valieva.– Baku: Bakinskoe NPM «Образование», 2006.– 288s.
12. Mirsalahov, M.M. Praktikum po melioracii sel'skohozyajstvennyh zemel'. Uchebnik / M.M.Mirsalahov.– .Gyandzha, ADAU, 2014.– 264 s.
13. Bagirov, B. Gidravlika v sel'skom hozyajstve/ B.Bagirov , A. Allahverdiev, S. Muradly .–Baku.«Elm», 2019. – 320 str.
14. Ahmedzade, A. Dzh. Enciklopediya. Melioraciya i Vodnoe hozyajstvo/ A. Dzh. Ahmedzade, A.D. Gashimov. – Baku:Radius, 2016.– 632 s. -URL: <http://anl.az/el/Kitab/2017/Azf-294666.pdf>

Информация об авторе

Мирсалахова Ламия Мирнаибкызы, ассистент кафедры мелиорации и гидротехнических сооружений Азербайджанского Государственного Аграрного Университета, пр. Ататюрка 450, Аз 2000, г Гянджа, Азербайджанская Республика
lamiyamirsalahova@gmail.com
Тел: +99422 267 04 61; моб: +994517938644

Author Information

Mirsalakhova Lamia Mirnaib, Assistant of Amelioration and hydro technical facilities department, Republic of Azerbaijan, Ganja, Az 2000, Ataturk Ave.450,
Lamiyamirsalahova@gmail.com
Tel: +99422 267 04 61; mob: +994517938644

Статья поступила в редакцию 15.02.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 15.02.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.





Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с. 51-61
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 51-61

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.2.081/082
DOI: 10.36508/RSATU.2022.38.58.006

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ

Василий Николаевич Приступа¹, Ольга Евгеньевна Кротова²✉, Савенкова Мария Николаевна³, Диана Сергеевна Торосян⁴, Виктория Саналовна Убушиева⁵

¹ Донской государственный аграрный университет, пос.Персиановский, Россия

² Донской государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г.Пушкин, Россия

⁴ Донской государственный аграрный университет, пос.Персиановский, Россия

⁵ Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г.Элиста, Россия

¹ prs40@yandex.ru

² alb9652@yandex.ru

³ marley84@mail.ru

⁴ di.torosian@yandex.ru

⁵ evicki_93g@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью явился анализ генеалогической структуры стада, сравнительное определение формирования мясной продуктивности и выявление наиболее перспективных продолжателей родственных групп для использования их в воспроизводстве животных калмыцкой породы с перспективой создания новых заводских линий для разведения в племенных хозяйствах степных регионов Ростовской области.

Методология. Авторы на основании разработанного ими комплекса компьютерных программ, электронной базы данных, проведенного анализа генеалогической структуры и производственного опыта по выращиванию скота калмыцкой породы в племенном заводе ООО «Солнечное» определили родоначальников и продолжателей родственных групп с перспективой создания новых заводских линий.

Результаты. В сравнительном опыте по выращиванию бычков четырехродственных групп выявили, что в условиях стойлово-пастбищной технологии их живой вес в возрасте 1,5 лет находился на уровне 468-497 кг, что на 9-11 % выше, чем у потомков наиболее распространенной генеалогической линии. Среди анализируемых родственных групп первое место заняли потомки быка Ярусный 1239, второе – быка Грильяж 916, которые за отмеченный период контроля имели абсолютный прирост на уровне 460-469 кг с затратами обменной энергии 76-78 МДж, (усверстников генеалогической линии соответственно – 222 и 84), которые по массе парной туши соответствовали требованиям категории Экстра, а бычки родственных групп – категории Прима действующего ГОСТ 34120-2017, и у них убойная масса была на уровне 277-308 кг, убойный выход – 60,38-63,08 %, выход мышечной ткани – 76,9-77,6 %.

Заключение. Увеличение поголовья укрупненного типа через бычков-улучшителей новых родственных групп будет способствовать увеличению количества животных, хорошо приспособленных к условиям степного региона, снижению себестоимости и повышению рентабельности производства говядины в мясном скотоводстве.

Ключевые слова: калмыцкая порода, заводские линии, родственные группы, живая масса, убойная масса, рентабельность выращивания.

Для цитирования: Приступа В. Н., Кротова О. Е., Савенкова М. Н., Торосян Д. С., Убушиева В.С. Инновационные технологии в селекционном процессе совершенствования скота калмыцкой породы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 51-61 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.38.58.006>



Original article

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE BREEDING PROCESS
IMPROVEMENT OF KALMYK CATTLE****Vasily N. Prystupa¹, Olga E. Krotova²✉, Maria N. Savenkova³, Diana S. Torosyan⁴, Victoria S. Ubushieva⁵**¹ Don State Agrarian University, village Persianovsky, Russia² Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia³ Saint Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Russia⁴ Don State Agrarian University, village Persianovsky, Russia⁵ Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russia¹ prs40@yandex.ru,² alb9652@yandex.ru³ marley84@mail.ru⁴ di.torosian@yandex.ru⁵ evicki_93g@mail.ru**Abstract.**

The problem and the goal. The aim was to continue and analyze the genealogical structure of the herd, comparative determination of the formation of meat productivity and identification of the most promising successors of related groups for use in the reproduction of Kalmyk breed animals with the prospect of creating new factory lines for breeding in the breeding farms of the steppe regions of the Rostov region.

Methodology. The authors, based on a set of computer programs developed by them, an electronic database, an analysis of the genealogical structure and production experience in raising Kalmyk cattle in the breeding plant of LLC Solnechnoye, identified the ancestors and successors of related groups with the prospect of creating new factory lines.

Results. In the comparative experience of rearing bulls of four related groups, it was revealed that in the conditions of stable-pasture technology, their live weight at the age of 18 months was at the level of 468-497 kg, which is 9-11% higher than that of descendants of the most common genealogical line. Among the analyzed related groups, the first place was taken by the descendants of the bull Tiered 1239, the second by the bull Grillage 916, who during the noted control period had an absolute increase at the level of 460-469 kg with the cost of exchange energy 76-78 MJ, and the peers of the genealogical line, respectively, 222 and 84, who by the weight of the paired carcass met the requirements of the Extra category, and the bulls of related groups – the Prima category of the current GOST 34120-2017 and their slaughter weight was at the level of 277-308 kg, slaughter yield – 60.38–63.08%, muscle tissue yield – 76.9-77.6%. From each bull of related groups, 868-3465 rubles more profit was received and their profitability of cultivation was 0.64-3.2% higher than that of peers of the genealogical line.

Conclusion. An increase in the livestock of the enlarged type through bulls-improvers of new related groups will contribute to an increase in the number of animals well adapted to the conditions of the steppe region, reduce the cost and increase the profitability of beef production in beef cattle breeding.

Key words: kalmyk breed, factory lines, related groups, live weight, slaughter weight, profitability of cultivation

For citation: Prystupa V. N., Krotova O.E., Savenkova M. N., Torosyan D. S., Ubushieva V. S. Innovative technologies in the breeding process improvement of kalmyk cattle Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). С 51-61 (in Russ.).<https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.38.58.006>

Введение

Интенсификация развития скотоводства непосредственно влияет на устойчивое самообеспечение населения страны высококачественным продовольствием за счет собственного производства и является одним из важнейших на данный момент условий стабильности отдельных регионов и страны в целом. Поэтому в принятых Государственных программах развития АПК на перспективу имеет приоритетное значение интенсификация развития различных отраслей животноводства, в том числе и мясного скотоводства, которое является одной

из наиболее востребованных, но не быстро растущих производств российского сельскохозяйственного комплекса. По объемам производства говядины Российская скотоводческая отрасль пока на 5 % отстает от целевых показателей, намеченных Доктриной продовольственной независимости и другими программными документами [1, 3, 7, 12].

В Российской Федерации и непосредственно в Ростовской области более 84 % говядины получают за счет убоя на мясо сверхремонтового молодняка и выбракованного взрослого поголовья скота молочных и комбинированных пород [17, 18]. За



2020 год доля специализированного чистопородного и помесного мясного скота по производству говядины составила 16,0 % (447,7 тыс. тонн). Этот убойный объем и уровень продуктивности на данном этапе не удовлетворяют необходимым объемам производства [2, 9, 11, 14, 18].

Калмыцкая, абердин-ангусская и герефордская породы крупного рогатого скота в данный момент остаются преобладающими среди мясных пород с хорошей оплатой корма продукцией (85,7 %) в основной части регионов России, в том числе и в Ростовской области, ввиду того, что они наиболее адаптированы к степным засушливым районам животноводства. Более 50 % всего поголовья РФ этих пород сконцентрировано в племязаводах и племрепродукторах Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краев. От того, какие результаты их совершенствования внедряются в этих племрепродукторах, зависит их конкурентоспособность в сравнение с другими классическими мясными породами мира [2, 5, 13, 16].

Одним из методов повышения результативности оценки племенных и продуктивных качеств животных является использование современных информационных технологий, обеспечивающих анализ проявления наследственных задатков в больших популяциях мясного скота с минимальными затратами времени. Для этого необходимо создание базы данных на электронных носителях с автоматизацией зоотехнического учета и сравнительного анализа любых продуктивных показателей с тестами оценки различных пород мясного скота. Это даст возможность проводить объективную оценку результатов использования животных различных линий мясных пород [16]. Поэтому для производства говядины в основном используется молодняк этих пород, более адаптированный и максимально реализующий биоресурсный потенциал при оптимальных условиях кормления и содержания [4, 5, 10, 12, 15, 16].

При этом существенная роль отводится интенсификации разведения отечественного скота калмыцкой породы. Она одна из наиболее приспособленных пород к условиям резкой континентальности и засушливости климата ЮФО. Для ее качественного совершенствования необходимо интенсифицировать работу по изучению генеалогической структуры популяции и формированию мясной продуктивности у молодняка различных линий и новых родственных групп в условиях стойлово-пастбищной системы в подсосный и последующий периоды выращивания [6, 8, 19-22]. Знание закономерностей формирования мясной продуктивности будет способствовать консолидации наследственности по хозяйственно-полезным признакам.

Материалы и методы исследований

В течение 2020-2021 годов в Обществе ограниченной ответственности племязаводе «Солнечное» Орловского района Ростовской области продолжалась целенаправленная племенная работа по формированию высокопродуктивного поголовья скота калмыцкой породы и созданию новых заводских линий. Для этого использовали разрабо-

танный нами и официально зарегистрированный многофункциональный комплекс компьютерных программ, содержащий на электронных носителях диапазон зоотехнического учета наследственных свойств скота мясных пород для определения племенной ценности каждого индивидуума, стада, линии и целых генотипов по действующим минимальным нормам оценки.

На основе постоянно обновляемой нами электронной базы данных и восстановления генеалогических связей установлено, что в воспроизводстве скота хозяйства работают продолжатели заводских, генеалогических линий и родственных групп. Для осуществления исследований использовались зоотехнические, статистические методы и сравнительный анализ продуктивности бычков родственных групп и наиболее распространенной генеалогической линии. С этой целью были созданы пять аналогичных групп восьмимесячных бычков по двадцать пять голов в каждой. В первую группу отобраны бычки генеалогической линии Зиммера 7333, во вторую – пятую бычки родственных групп бычков Буллит 208, Гостинец 1407, Грильяж 916 и Ярусный 12391. В подсосный период все бычки потребляли только материнское молоко и пастбищную траву, а в процессе опыта находились в одной группе в равных условиях стойлово-пастбищного содержания и одинакового уровня кормления. Учет живой массы проводился путем индивидуального взвешивания в первый день жизни, в 8, 12, 15 и 18-месячном возрасте. Поедаемость кормов учитывалась по общепринятой методике помесечно в период двух сопредельных дней. Полученные результаты использованы для вычислений абсолютного, среднесуточного прироста, затрат корма на кг прироста и себестоимость выращивания. В 18-месячном возрасте проведены контрольный убой по 3 бычка из каждой группы и оценка показателей убоя и морфологического состава туши по общепринятым методикам.

Результаты исследований

ООО племязавод «Солнечное» Орловского района Ростовской области является одним из крупнейших племенных хозяйств по разведению крупного рогатого скота калмыцкой породы в России, с постоянно возрастающим высококлассным поголовьем коров (табл. 1). Удельный вес коров в стаде за 5 лет увеличился с 38,9 до 77,3 %. Живая масса племенных коров соответствует требованиям класса элита, а бычков-производителей – элита рекорд. При этом используется стойлово-пастбищная система и в благоприятные, малоснежные годы скот использует пастбище и зимой.

Целенаправленный отбор, подбор и выявление перспективных продолжателей в стадах проводят, базируясь на генеалогии различных и геннородственных линий, применяя разработанную нами электронную базу данных. Отмечено, что в течение предыдущих 5 лет репродуктивные функции стада племенного завода реализовали животные трех генеалогических групп четырех генеалогических и шести заводских линий, базируясь на которых и была сформирована генеалогическая структура стада. За анализируемый период наиболее



многочисленными по наличию быков и маточного поголовья являются продолжатели генеалогических групп Блока 3218 и Лелешко 15 – на долю их продолжателей приходится почти 66 % животных в генеалогической структуре стада (табл. 2). Среди них выделено 4 родоначальника родственных групп, потомки которых в сравнительном опыте

оцениваются по собственной продуктивности.

Из генеалогических линий наибольшее распространение имеют животные линии Зиммера 7333. В стаде племенного завода ООО «Солнечное» используется 7 быков-производителей и 700 коров и телок этой линии, что составляет 7,3 % животных в генеалогической структуре стада.

Таблица 1 – Поголовье скота калмыцкой породы в ООО «Солнечное»

Показатель	Год			
	2017	2019	2020	2021
Всего, голов	3740	3325	3948	4069
в т.ч.: коровы, голов	1454	1717	2509	3148
коровы, %	38,9	51,6	63,6	77,3
Живая масса телок в 7 мес., кг	190	190	180	189
Живая масса телок в 18 мес., кг	350	354	351	367
Живая масса бычков в 7 мес., кг	205	205	198	218
Живая масса бычков в 18 мес., кг	440	435	443	449
Живая масса коров в 3 года, кг	429	433	428	435
Живая масса коров в 5 лет и старше, кг	516	495	501	506
Живая масса быков в 3 года, кг	745	747	745	750
Живая масса быков в 5 лет и старше, кг	870	890	870	882

Таблица 2 – Генеалогическая структура стада в период 2017-2021 годы

Генеалогическая группа, линия (Гг),(Гл); заводская линия (Зл)	Всего скота	В том числе			Процент
		быки	коровы	телки	
(Гг)Лелешко 15, (Зл) Дуплета 825	2313	56	1334	923	30,59
(Гг)Блока 3218, (Зл) Пирата 6626	876	3	337	536	11,58
(Гг)Блока 3218, (Зл) Моряка 12054	1825	54	952	819	24,14
(Зл)Гром 247	199	15		184	2,64
(Зл)Ягуар 253	176	5		171	2,33
(Зл)Дикуль 441	99			99	1,31
(Гл)Зиммера 7333	707	7	365	335	9,35
(Гл) Барзера 7291	371	6	268	100	4,91
(Гл) Мушкета 5277	351	4	254	93	4,64
(Гл) Манежа 7113	418	6	197	215	5,53
(Гл)Боровика 7270	123	-	123	3021	1,62
(Гл)Бойца 108	103	-	103	-	1,36
Итого	7561	153	3933	3475	100,0

Её основоположники и преемники наследуют признаки скороспелого типа и прекрасные мясные формы, которые проявляются у мужских и женских особей через быков Конунг 5116, Иноходец 1267 и Нептун 3047 (рис. 1). Их сыновья и внуки Натуралист 9042, Маятник 7786, Жгучий 2150, Карлик 425 и другие, при живом весе 725-738 кг соответствуют регламентам высших классов. Так,

быки Хомячок 74076, Рысенок 7595 и Нарцис 7586 в 3 года имели живой вес 730-750 кг с квалиметрией по комплексу признаков класса элита-рекорд. Однако в условиях хозяйства не у всех потомков проявляются наследственные задатки по живой массе, но они более длиннотельные и используются для гетерогенного подбора



Рис.1 – Генеалогическая линия быка Зиммер 7333
(The genealogical line of the bull Zimmer 7333)

Следует отметить, что среди потомков довольно старой заводской линии Дуплета 825 выделен бык Буллит 208, имеющий в 7 лет живую массу 903 кг и 89 баллов по типу телосложения. На ос-

нове его потомков создана родственная группа, с перспективой создания новой заводской линии (рис. 2).

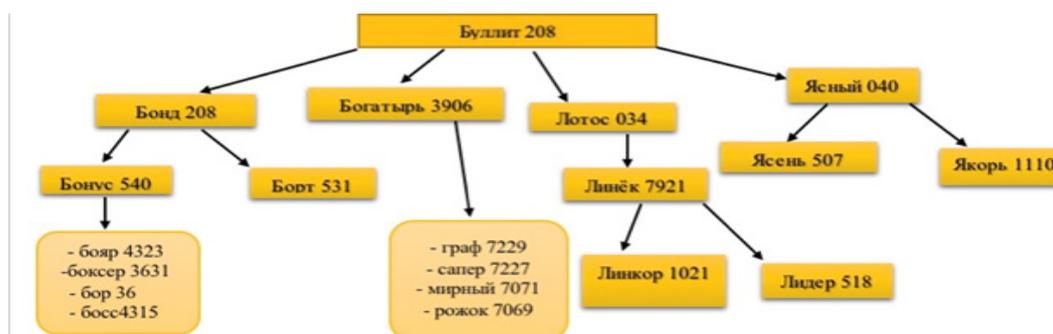


Рис. 2 – Схема родственной группы быка Буллит 208
(Scheme of the related bull Bull group 208)



В воспроизводстве работало и работают его 4 сына, 8 внуков и пока 6 правнуков. При этом быки-производители и коровы этой родственной группы по типу телосложения соответствуют требованиям укрупненного типа, и на 10 % превосходят животных других линий. Быки-производители Лидер 518, Борт 531, Бонус 540, Граф 7229 и другие в

5 лет имели живую массу более 860 кг и по комплексу признаков соответствовали требованиям класса элита рекорд.

В племенном заводе ООО «Солнечное» на основании новой заводской линии быка Пират 6626 созданы три родственные группы и в воспроизводстве стада работают их сыновья и внуки (рис. 3,4).

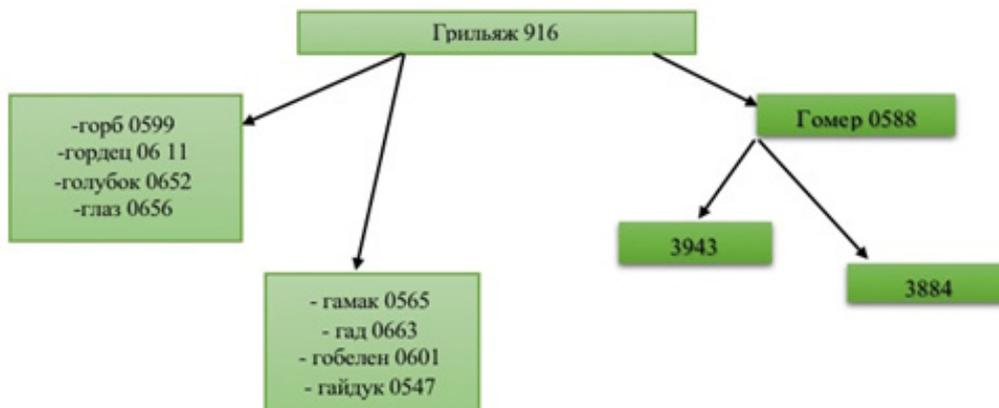


Рис. 3 – Схема родственной группы быка Грильяж 916
(Scheme of the related group of the bull Grillage 916)

Их потомки имеют выраженный тип длиннотелых животных, обладают высокой энергией роста, хорошо развитой мускулатурой плечевого и тазового поясов, а коровы имеют хорошо выраженный инстинкт материнства и молочность.

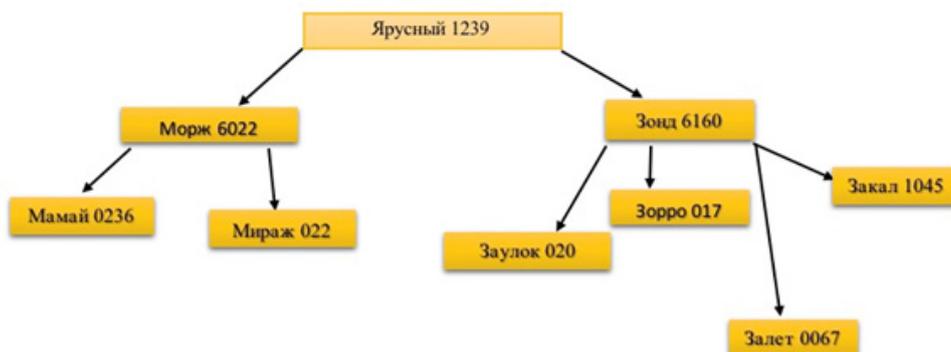


Рис. 4 – Схема родственной группы быка Ярусный 1239
(Scheme of the related group of the bull Tiered 1239)

Все быки-производители родственных групп по комплексу признаков значительно превосходят требования к высшим классам. В период анализируемых лет потомки от каждого из них в 2-3 года имели живую массу более 600-730 кг с оценкой экстерьера 92 баллов. От них получено по 20-30 дочерей, энергия роста которых на 10-15 % превосходила требования стандарта породы. Для вы-

явления наиболее перспективных продолжателей проведена их оценка по собственной интенсивности роста. Для этого мы использовали одинаковые условия содержания, а уровень кормления определяли с расчетом получения суточного прироста не ниже 850 г, с применением кормов хозяйства (табл. 3).

Таблица 3 – Операционные расходы на кормовые средства за период с момента рождения и до 1,5 лет (на 1 голову)

Корм	Кол-во корма, кг	Кормовые единицы		Переваримый протеин		Сухое вещество		Обменная энергия	
		кг	%	кг	%	кг	%	МДж	%
Молоко	1500	540,5	15,1	51,2	13,38	195	4,20	3482	9,74
Сено	840	336,7	9,4	67,2	17,56	684	14,75	3905	10,92



Солома	1130	339,4	9,5	5,8	1,51	917	19,77	3712	10,38
Зерновая смесь*	1195	1114	31,1	133	34,74	958	20,66	10220	28,59
Масса трав	6202	1250,4	34,9	125,6	32,81	1884	40,62	14435	40,37
Всего	-	3581	100,0	382,8	100,0	4638	100,0	35754	100,0

Примечание: * – состав зерновой смеси: дерть ячменная – 30 %, пшеничная – 25, кукурузная – 25, гороховая – 20°. В 1 кг смеси содержится 1,1 корм. ед., 112 г переваримого протеина и 9,33 МДж обменной энергии

Для их раздачи на кормовой стол используется кормосмеситель «Миксер». С первых дней жизни и до 18-месячного возраста опытные бычки всех групп потребили в среднем на одного бычка кормов по питательности 3501 корм. ед. и 4638 кг сухого вещества. В одном кг содержалось 0,77 кормовых единиц, 82 г переваримого протеина и 7,7 МДж обменной энергии, а на одну кормовую единицу приходилось 103 грамма переваримого протеина и 11-12 МДж обменной энергии.

Обращает на себя внимание, что при одинаковом уровне кормления и равных условиях содержания наиболее интенсивное изменение живой массы было у бычков 5 и 4 групп (табл. 4). При этом у бычков родственных групп отмечена более высокая энергия роста в эмбриональный период. Поэтому у них, в сравнении со сверстниками пер-

вой группы, преобладал наибольший вес бычков при рождении, и в последующем отмеченное превосходство продолжало увеличиваться. Потомки родственной группы быка Ярусный 1239 по увеличению живой массы заняли первое место.

Второе место заняли бычки родственной группы Грильяж 916, третье место – Буллит 208, а последнее место – потомки контрольной генеалогической линии Зиммера7333.

Бычки родственных групп имели преобладание в новорожденном весе над потомками Зиммера на 1-3 кг, в 8-месячном возрасте разница уже увеличилась до 10-21 кг, а в 18 месяцев – 20-49 кг ($P \geq 0.99$). При этом бычки пятой группы в годовом возрасте по живому весу на 5-17 кг опережали однолеток 2-4 групп и на 26 кг генетически связанных бычков.

Таблица 4 – Показатели живой массы бычков различных групп, кг

Возраст, мес.	Генеалогическая линия Зиммера7333 (1)	Родственная группа (n=25 в каждой группе)			
		Буллит 208 (2)	Гостинец 1407 (3)	Грильяж 916 (4)	Ярусный 1239 (5)
1 день	26±0,49	27±0,45	27±0,48	29**±0,53	28**±0,57
8	217±3,6	230*±1,9	227**±2,2	236*±2,8	238*±2,3
12	315±3,6	329*±2,7	324**±2,9	336*±3,3	341*±2,9
15	397±4,5	414*±3,9	408*±4,2	424*±4,5	430*±3,1
18	448±4,2	476*±4,5	468*±3,9	489*±4,3	497*±3,8

* – $P \geq 0.99$; ** – $P \geq 0.95$

Бычки 5 и 4 групп по суточному приросту превосходили сверстников второй и третьей родственных групп по периодам учета на 18-50, а первой – на 36-87 граммов (табл. 5). При этом энергия роста у бычков родственных групп за 18

месяцев была на уровне 806-857 г, а в группе генеалогической линии – 771 г в сутки, что свидетельствует о лучшей приспособляемости потомков вновь создаваемых заводских линий к условиям степного региона.

Таблица 5 – Динамика энергии роста бычков за период выращивания

Возрастной период, мес.	Группа и прирост									
	среднесуточный, г					относительный, %				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 день – 8	786	835	823	852	864	735	751	741	714	450
9-12	810	818	801	826	851	45	43	43	42	43
13-15	901	934	923	967	978	26	26	26	26	26
16-18	560	681	659	714	736	13	15	15	15	16
1 день – 18	771	821	806	841	857	1623	1663	1633	1586	1675



Таблица 6 – Динамика абсолютного прироста бычков, кг

Возрастной период, мес.		Группа				
		1	2	3	4	5
1 день – 8		191±6,2	203±6,2	200±4,3	207±6,4	210±7,7
9-12		98±2,4	99±2,4	97±1,9	100±2,3	103±2,8
13-15		82±2,4	85±2,4	84±2,7	88±2,2	89±3,3
16-18		51±2,2	62±2,2	60±2,4	65±2,8	67,0±3,8
1 день-18		422±4,1	449±4,1	441±4,0	460±3,3	469±3,8
Затраты на 1 кг прироста	корм. ед.	8,49	7,98	8,12	7,78	7,64
	МДж	84,73	79,63	81,07	77,73	76,23

Причем показатели превосходства по живой массе потомков быка Ярусный 1239 в сравнении со сверстниками других групп высоко достоверна. Эти данные свидетельствуют, что у потомков этой родственной группы и быка Грильяж 916 в равных условиях хозяйства более высокая трансформация питательных веществ корма, чем у сверстников других групп, что и подтверждается более низкими у них затратами корма, сухого вещества и обменной энергии на 1 кг прироста (табл. 6).

За 547 дней выращивания бычки родственных групп по живой массе имели превосходство на 5-11 %. Поэтому их предубойная масса и масса туши были достоверно выше, чем у бычков генеалогической линии, которые по массе парной туши соответствовали требованиям категории Экстра, а бычков родственных групп – превосходили требования категории Прима действующего ГОСТ 34120—2017, с достоверным превосходством в пользу родственной группы Ярусный 1239 (табл. 7).

Таблица 7 – Сравнительный мониторинг убойных показателей бычков в полуторогодовалом возрасте.

Наименование	Группа				
	1	2	3	4	5
Предубойная живая масса, кг	439,7±4,3	466,0±4,5	459,9±3,7	478,0±4,1	488,7±3,9
Масса парной туши, кг	245,8±0,9	269,8±0,7	260,7±0,9	279,6±0,7	287,8±0,8
Масса парной туши, %	55,9	57,9	56,7	58,5	58,9
Масса внутреннего сала, кг	15,4±0,3	18,2±0,2	17,0±0,2	19,6±0,5	20,5±0,4
Масса внутреннего сала, %	3,5	3,9	3,7	4,1	4,2
Убойная масса, кг	261,2±1,2	288,0±0,8	277,7±1,1	299,2±0,9	308,3±0,6
Убойный выход, %	59,40	61,80	60,38	62,59	63,08
Выход мышечной ткани, %	76,4	77,0	76,9	77,4	77,6
Выход жировой ткани, %	4,7	4,9	4,7	5,1	5,2
Выход костей и хрящей, %	18,9	18,1	18,4	17,5	17,2

При этом у бычков всех родственных групп убойная масса была на уровне 277-308 кг, убойный выход – 60,38-63,08 %, выход мышечной ткани на уровне 76,9-77,6 %. Это подтверждает чрезмерную резонансность скота калмыцкой породы на разведение потомков интенсивных линий и родственных групп в условиях стойлово-пастбищной системы.

Бычки анализируемого поголовья нашего опыта реализованы в качестве товарного молодняка,

и их реализационная стоимость была одинаковой независимо от их конечной живой массы. Поэтому от каждого бычка родственных групп, имеющих более высокую живую массу в конце периода выращивания, с незначительной разницей себестоимости при стойлово-пастбищной технологии, получено на 868-3465 рублей прибыли больше и их рентабельность выращивания была на 0,64-3,2 % выше, чем у сверстников генеалогической линии (табл. 8).

Таблица 8 – Факторы рентабельности выращивания полуторогодовалого бычка

Показатель	Группа				
	1	2	3	4	5
Живая масса, бычка в 18 мес., кг	448	476	468	489	497
Расход сухого в-ва на 1 кг прироста,	10,99	10,33	10,52	10,08	9,89
Себестоимость выращивания, руб.	78848	82824	81900	84597	84987



Себестоимость 1 кг жив. массы, руб.	176	174	175	173	171
Реализационная цена 1 кг жив. мас., руб.	196	196	196	196	196
Выручено от реализации, руб.	87808	93296	91728	95844	97412
Получено прибыли, руб.	8960	10472	9828	11247	12425
Рентабельность, %	11,36	12,64	12,00	13,29	14,62

Заключение

Животные калмыцкой породы хорошо приспособлены к условиям засушливых степных регионов ЮФО, но более интенсивное разведение вновь созданных заводских линий будет способствовать повышению в племенных хозяйствах живой массы основного стада, увеличению убойного выхода и производства высококачественной рентабельной говядины. Эти показатели повысят окупаемость затрат и рентабельность отрасли мясного скотоводства в хозяйствах и будут являться хорошей основой для продолжения работы по созданию заводских линий и региональной внутривидового типа калмыцкой породы.

Список источников

1. Амерханов, Х.А. Мясное скотоводство: источник наращивания производства высококачественной говядины в Российской Федерации / Х. А. Амерханов // Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. – Оренбург: Изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2018. – С. 4-7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35443314>
2. Антипенко, Л.Н. Конкурентоспособность и конкурентные преимущества сельскохозяйственной отрасли Ростовской области / Л. Н. Антипенко, И. А. Малыхин // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 23. – С. 1-9. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28840959>
3. Биологические и генетические закономерности индивидуального роста и развития животных: учебное пособие / В. Г. Кахикало, и др. // Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 132 с. URL: <https://search.rsl.ru/record/01008938473>
4. Исхаков, Р.С. Научно-практическое обоснование интенсификации производства говядины при рациональном использовании генетического потенциала крупного рогатого скота: монография / Р. С. Исхаков, Х. Х. Тагиров // Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 284 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35074433>
5. Приступа, В.Н. Мясная продуктивность и качество мясного сырья животных калмыцкой породы новых заводских линий / В.Н. Приступа и др. // Теория и практика переработки мяса. – 2017; 2 (2). – С. 69-79.
6. Приступа, В.Н. Мясная продуктивность скота калмыцкой породы различных линий / В.Н. Приступа, О. Е. Кротова, К. С. Савенков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2020. — № 60. — С. 88-93 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44068837>
7. Dubovskova, M.P., Chizhova, L.N., Surzhikova, E.S., Gerasimov, N.P. The use of modern biotechnology of reproduction to improve the

Hereford gene pool // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.-2019.- 624 (1).- article № 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012021

8. Смирнова, М.Ф. Практическое руководство по мясному скотоводству: учебное пособие / М. Ф. Смирнова, С. Л. Сафронов, В. В. Смирнова // Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 320 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/76287?category=941&publisher=905>

9. Приступа, В.Н. Создание и разведение новых заводских линий крупного рогатого скота калмыцкой породы / В.Н.Приступа и др. // Научно-практические рекомендации и методическое пособие. – пос. Персиановский: Дон ГАУ. – 2015. – 20 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24240678>

10. Куц, Е.Д. Сравнительная оценка бычков калмыцкой породы новосозданных заводских типов / Е.Д. Куц, Л.М. Половинко, Н.А. Калашников // Вестник мясного скотоводства. - 2017 - №1(97). - С. 21-28. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34467567>

11. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы. – М. – 2017. – 45 с.

12. Ушакова, Т.М. Коррекция уровня эссенциальных микроэлементов у телят в ранний постнатальный период / Т.М. Ушакова, Т.Н. Дерезина // В сборнике: Аграрная наука в условиях становления цифровой экономики и производства экологически чистой продукции в Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции. Персиановский, 2021 С. 84-88. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46326031>

14. Старцева, Н.В. Пищевая и энергетическая ценность мышечной ткани чистопородных и помесных бычков / Н. В. Старцева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020 - № 2(82). – С. 221-224. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pischevaya-i-energeticheskaya-tsennost-myshechnoy-tkani-chistoporodnyh-i-pomesnyh-bychkov>

15. V.N. Prystupa, O.E. Krotova, S.S. Mashtykov, E.B. Lidzhev, D.E. Dordzhieva Productivity of young cattle of the Kalmyk breed with stable-pasture technology of cultivation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.- 2021.- 723 (2), article № 022048. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022048

16. Бабкин, О.А. Интенсификация селекционного процесса в мясном скотоводстве с использованием информационных технологий/ О.А. Бабкин // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук .- Донской государственной аграрный университет. п. Персиановский, 2006. - 20 с. URL: <https://search.rsl.ru/record/01008938473>



rsl.ru/ru/record/01003274876

17. Васильев, В.А. Мясные качества бычков черно-пестрой породы при разных режимах выращивания, доращивания и откорма / диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук / В.А. Васильев // Чебоксары, 2017. - 134 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008711488>

18. Семенов, В.Г. Реализация мясных качеств бычков черно-пестрой породы биопрепаратами нового поколения / В.Г. Семенов Р.М. Мударисов, Д.А. Никитин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (48). С. 102-107. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36846100>

19. Gurina, R., Nikitchenko, V., Nikitchenko, D., Poddubsky, A., Plyushchikov, V. Evaluation of economic efficiency of keeping and raising young cattle in Russia // Engineering for Rural Development. - 2019.- 18.-pp. 343-348. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N127

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Amerhanov, H.A. *Myasnoe skotovodstvo: istochnik narashchivaniya proizvodstva vysokokachestvennoj govyadiny v Rossijskoj Federacii* / H. A. Amerhanov // *Myasnoe skotovodstvo – priority i perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Orenburg: Izd-vo FNC BST RAN, 2018. – S. 4-7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35443314>
2. Antipenko, L.N. *Konkurentosposobnost' i konkurentnye preimushchestva sel'skohozyajstvennoj otrasli Rostovskoj oblasti* / L. N. Antipenko, I. A. Malyhin // *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept»*. – 2017. –Т. 23. – S. 1-9. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28840959>
3. *Biologicheskie i geneticheskie zakonomernosti individual'nogo rosta i razvitiya zhivotnyh: uchebnoe posobie* / V. G. Kahikalo, i dr. // Sankt-Peterburg: Lan', 2021. — 132 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008938473>
4. Iskhakov, R. S. *Nauchno-prakticheskoe obosnovanie intensivizatsii proizvodstva govyadiny pri racional'nom ispol'zovanii geneticheskogo potentsiala krupnogo rogatogo skota: monografiya* / R. S. Iskhakov, H. H. Tagirov // Sankt-Peterburg: Lan', 2021. — 284 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35074433>
5. Pristupa, V.N. *Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasnogo syr'ya zhivotnyh kalmyckoj porody novyh zavodskih linij* / V.N. Pristupa i dr. // *Teoriya i praktika pererabotki myasa*. – 2017; 2 (2). – S. 69-79.
6. Pristupa, V.N. *Myasnaya produktivnost' skota kalmyckoj porody razlichnyh linij* / V.N. Pristupa, O. E. Krotova, K. S. Savenkov // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. — 2020. — № 60. — S. 88-93 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44068837>
7. Dubovskova, M.P., Chizhova, L.N., Surzhikova, E.S., Gerasimov, N.P. *The use of modern biotechnology of reproduction to improve the Hereford gene pool* // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.-2019.- 624 (1).- article № 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012021
8. Smirnova, M.F. *Prakticheskoe rukovodstvo po myasnomu skotovodstvu: uchebnoe posobie* / M. F. Smirnova, S. L. Safronov, V. V. Smirnova // Sankt-Peterburg: Lan', 2021. — 320 s. URL: <https://e.lanbook.com/book/76287?category=941&publisher=905>
9. Pristupa, V.N. *Sozdanie i razvedenie novyh zavodskih linij krupnogo rogatogo skota kalmyckoj porody* / V.N.Pristupa i dr. // *Nauchno-prakticheskie rekomendatsii i metodicheskoe posobie*. – pos. Persianovskij: Don GAU. – 2015. – 20 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24240678>
10. Kushch, E.D. *Sravnitel'naya ocenka bychkov kalmyckoj porody novosozdannyh zavodskih tipov* / E.D. Kushch, L.M. Polovinko, N.A. Kalashnikov // *Vestnik myasnogo skotovodstva*. - 2017 - №1(97). - S. 21-28. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34467567>
11. *Federal'naya nauchno-tehnicheskaya programma razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017 - 2025 gody*. – M. – 2017. – 45 s.
12. Ushakova, T.M. *Korrekcija urovnya esencial'nyh mikroelementov u telyat v rannij postnatal'nyj period* / T.M. Ushakova, T.N. Derezhina // *V sbornike: Agrarnaya nauka v usloviyah stanovleniya cifrovoj ekonomiki i proizvodstva ekologicheski chistoj produkcii v Rossijskoj Federacii. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Persianovskij*, 2021 S. 84-88. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46326031>
14. Starceva, N.V. *Pishchevaya i energeticheskaya cennost' myshechnoj tkani chistoporodnyh i pomesnyh bychkov* / N. V. Starceva // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - 2020 - № 2(82). – S. 221-224. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pischevaya-i-energeticheskaya-tsennost-myshechnoy-tkani-chistoporodnyh-i-pomesnyh-bychkov>



15. B.N. Prystupa, O.E. Krotova, S.S. Mashtykov, E.B. Lidzhiev, D.E. Dordzhieva Productivity of young cattle of the Kalmyk breed with stable-pasture technology of cultivation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.- 2021.- 723 (2), article № 022048. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022048
16. Babkin, O.A. Intensifikaciya selekcionnogo processa v myasnom skotovodstve s ispol'zovaniem informacionnyh tekhnologij/ O.A. Babkin // avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk .- Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet. p. Persianovskij, 2006. - 20 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003274876>
17. Vasil'ev, V.A. Myasnye kachestva bychkov cherno-pestroj porody pri raznyh rezhimah vyrashchivaniya, dorashchivaniya i otkorma / dissertaciya ... kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk / V.A. Vasil'ev // CHEBOKSARY, 2017. - 134 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008711488>
18. Semenov, V.G Realizaciya myasnyh kachestv bychkov cherno-pestroj porody biopreparatami novogo pokoleniya / V.G. Semenov R.M. Mudarisov, D.A. Nikitin // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 4 (48). S. 102-107. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36846100>
19. Gurina, R., Nikitchenko, V., Nikitchenko, D., Poddubsky, A., Plyushchikov, V. Evaluation of economic efficiency of keeping and raising young cattle in Russia // Engineering for Rural Development. – 2019.- 18.-pp. 343-348. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N127
20. Shevkhezhev, A., Pogodaev, V., Smakuev, D. Influence of types of constitution on meat productivity bullets of Simmental breed // E3S Web of Conferences 273.- 2021.- article № 02024. DOI: 10.1051/e3sconf/202127302024
21. Shabanov, M., Temiraev, V., Kokov, T., Efendiev, B., Herremov, S. Effect of adsorbent and phospholipide on meat production and nutritional value of fattened calf bull meat // E3S Web of Conferences 262.- 2021.- article № 02022. DOI: 10.1051/e3sconf/202126202022
22. Pogodaev, V.A., Golembovsky, V.V., Komlatsky, V.I., Velichko, L.F., Konkov, L.I. Productivity and quality of meat from Kalmyk bull calves stimulated by immunomodulating agents // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.- 2021.- 624 (1).- article № 012134. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012134

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Приступа Василий Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры разведения с.-х. животных, частной зоотехнии и зооигиены им. ак. П.Е.Ладана, Донской государственной аграрный университет, prs40@yandex.ru

Кротова Ольга Евгеньевна, д-р биолог. наук, доцент кафедры техника и технология пищевых производств, Донской государственной технической университет, alb9652@yandex.ru

Савенкова Мария Николаевна, канд. вет. наук, доцент кафедры крупного животноводства Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, marley84@mail.ru

Торосян Диана Сергеевна, канд. с.-х. наук, кафедра разведения с.-х. животных, частной зоотехнии и зооигиены им. ак. П.Е.Ладана, Донской государственной аграрный университет, di.torosian@yandex.ru

Убушиева Виктория Саналовна, препод. каф. технологии производства и переработки с.-х. продукции, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, evicki_93g@mail.ru

Author Information

Prystupa Vasily Nikolayevich, doctor of agricultural sciences, Professor of the department Animal breeding, private animal husbandry and zoohygiene name of the academician P.E. Ladan, Donskoy State University, prs40@yandex.ru

Krotova Olga Evgenievna, doctor of biological sciences, Associate Professor of the department Technique and technology of food production, Don State Technical University, alb9652@yandex.ru

Savenkova Maria Nikolaevna, candidate of veterinary sciences, Associate Professor of the department Large Animal Husbandry, St. Petersburg State Agrarian University, marley84@mail.ru

Torosyan Diana Sergeevna, candidate of agricultural sciences, Associate Professor of the department Animal breeding, private animal husbandry and zoohygiene name of the academician P.E. Ladan, Donskoy State Agrarian University, Candidate, di.torosian@yandex.ru

Ubushieva Victoria Sanalovna, teacher, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, evicki_93g@mail.ru

Статья поступила в редакцию 25.02.2022; одобрена после рецензирования 01.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 25.02.2022; approved after reviewing 01.03.2022; accepted for publication 11.03.2022.



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с. 62- 69
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 62- 69

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 633.85
DOI: 10.36508/RSATU.2022.40.49.007

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КРАМБЕ АБИССИНСКОЙ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Кирилл Дмитриевич Сазонкин[✉], **Сергей Валерьевич Никитов**², **Дмитрий Валериевич Виноградов**³

^{1,2,3} Рязанский государственный аграрно-технологический университет имени П.А. Костычева,
г. Рязань, Россия

¹kirill.sazonkin@mail.ru

²nikitov-sv@mail.ru

³vdv-rz@rambler.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Группа масличных культур традиционно представлена такими популярными и широко распространёнными культурами, как подсолнечник, рапс, соя и горчица. Однако построение севооборотов только с данными культурами может негативно сказаться на почвенном плодородии и урожайности из-за их частого выращивания. В связи с этим необходимо проводить исследования по интродукции новых или ранее не выращиваемых культур в конкретных зонах нашей страны. Цель исследования – изучить возможность выращивания крамбе абиссинской сорта Полет, с учетом оптимизации сроков посева и норм высева, в условиях Рязанской области.

Методология. Для достижения поставленной цели были проведены исследования с крамбе абиссинской на опытном участке агро-технологической станции ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанской области. Опыт заложен по методике опытного дела по Б.А. Доспехову (1985 г.); математическая обработка полученных результатов исследований проведена с помощью программы Statistic.

Результаты. В статье отражены результаты трехлетних исследований по выявлению оптимальной нормы высева и сроков посева крамбе абиссинской в условиях Нечерноземной зоны России. По результатам показана выживаемость крамбе на высоком уровне для масличных крестоцветных культур данного периода. Так, в среднем, при изучаемой в опытах норме высева 1,5 млн шт./га для двух сроков высева выживаемость зафиксирована на уровне 97,2 (I)-96,5(II) %, что на 8,9-11,3 %, соответственно, выше по сравнению с выжившими растениями варианта с 4,5 млн шт./га. В результате исследований выявлена зависимость урожайности от норм высева и сроков посева крамбе. Так, при норме высева в 2,5; 3,5 млн шт./га и посеве в I декаду мая урожайность составила 1,12 и 1,14 т/га соответственно, а при посеве во II декаду мая – 1,05 и 1,06 т/га.

Заключение. В результате исследований были определены оптимальные сроки и нормы высева крамбе абиссинской для Рязанской области, даны практические рекомендации производству.

Ключевые слова: масличные культуры, крамбе абиссинская, засоренность посевов, нормы высева, сроки посева, интродукция, структура урожая, урожайность.

Для цитирования: Сазонкин К.Д., Никитов С.В., Виноградов Д.В. Возделывание крамбе абиссинской в условиях Рязанской области // Вестник Рязанского государственного аграрно-технологического университета имени П.А. Костычева. 2022.Т14, №1. С 62-69 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.40.49.007>

**CULTIVATION OF ABYSSINIAN KRAMBE IN THE CONDITIONS OF THE RYAZAN REGION****Kiril D. Sazonkin¹✉, Sergej V. Nikitov², Dmitry V. Vinogradov³**^{1,2,3} Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia¹kirill.sazonkin@mail.ru²nikitov-sv@mail.ru³vdv-rz@rambler.ru**Annotation.**

Problem and purpose. Such popular and widely distributed crops traditionally represent the oilseed group as sunflower, rapeseed, soybeans and mustard. However, the construction of crop rotations only with these crops can negatively affect soil fertility and productivity due to frequent cultivation. In this regard, it is necessary to conduct research on the introduction of new or previously not grown crops in specific areas of our country. The purpose of the study is to study the possibility of growing the Abyssinian krambe variety Polet, taking into account the optimization of the sowing time and seeding rates, in the conditions of the Ryazan region.

Methodology. To achieve this goal, studies were carried out with Abyssinian krambe at an experimental site because of an agrotechnological station of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the RGATU of the Ryazan Region. The experience was based on the method of experimental work according to B.A. Dospikhov (1985); mathematical processing of the obtained research results using the Statistic program.

Results. The article reflects the results of three-year studies to identify the optimal seeding rate and sowing time for Abyssinian krambe in the Non-Black Earth Zone of Russia. According to the results, the survival rate of krambe is shown to be at a high level for oilseed cruciferous crops of this period. So, on average, with the seeding rate studied in the experiments of 1.5 million pieces / ha of both seeding dates, the survival rate was recorded at the level of 97.2 (I) -96.5 (II)%, which is 8.9-11, 3%, respectively, higher compared to the surviving plants of the variant with 4.5 million pieces / ha.

Because of the research, the dependence of the yield on the seeding rates and the timing of sowing krambe was revealed. So, at a seeding rate of 2.5; 3.5 million pcs / ha and sowing in the 1st decade of May - the yield was 1.12 and 1.14 t / ha, respectively, and with sowing in the 2nd decade of May - 1.05 and 1.06 t / ha.

Conclusion. Because of the research, the optimal terms and seeding rates for Abyssinian krambe for the Ryazan region were determined, and practical recommendations for production were given.

Key words: oilseeds, krambe Abyssinian, weediness of crops, seeding rates, sowing time, introduction, crop structure, yield.

For citation: Sazonkin K.D., Nikitov S.V., Vinogradov D.V. Cultivation of Abyssinian krambe in the Ryazan region. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). С 62-69 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.40.49.007>

Введение

Большим потенциалом обладают культуры из масличной группы. Они востребованы у аграриев, технологии их выращивания известны и отработаны в реальном производстве. Во многом благодаря тому, что зарубежные страны готовы покупать всё больше сырья масличных культур, каждый год посевные площади в стране только увеличиваются [1, 2, 3]. Расширение посевов происходит и благодаря полезным свойствам растительных масел, которые ценятся во всем Мире и имеют широкий диапазон использования, особенно в химической и перерабатывающей промышленности, а также медицине, парфюмерии [4, 9, 15].

В валовом производстве многие годы остаются культуры подсолнечника, рапса и видов горчиц [18].

Однако популярность этих растений зачастую носит и негативный характер. Вредители и болезни адаптируются к большому количеству химических средств защиты, а вынос питательных элементов из почвы данными культурами негативно сказывается на плодородии [5, 8, 16].

Интродукция новых или давно забытых культур в нетипичную для них почвенно-климатическую

зону выращивания помогает увеличить сбор сырья, разнообразить севооборот и снизить техногенную нагрузку на почву. Применительно к масличным перспективной культурой для Рязанской области может являться крамбе абиссинская [11, 12].

Однако в нынешней модели экономических отношений вводимая в сельскохозяйственный оборот культура должна подходить для многопланового использования. Ценность масличных определяется, в первую очередь семенной продуктивностью, а также валовым сбором растительного масла. Применительно к крамбе получаемое из семян культуры масло имеет сбалансированный состав жирных кислот: олеиновая (до 28,0 %), линолевая до 15,0 %, альфа-линолевая (до 10,0 %), эйкозеновая (до 8,0 %), пальмитовая (до 5,0 %), бенеговая (до 6,0 %), нервоновая – максимум до 3 % и арахисовая – максимум до 8 %. Масло крамбе также отличается от масла других масличных культур низким йодным числом (93-97), при этом плотность при температуре в 25° С варьируется в пределах 0,900-0,925. Индекс преломления масла составляет 1,46000-1,47000 (при температуре 40°С), число омыления равно 158. Все показатели



позволяют использовать масло крамбе как сырье во многих отраслях производства наряду с маслами традиционных масличных культур. Потенциально, с одного гектара крамбе абиссинской можно получить до 650 кг масла [12, 13, 14].

За счет высокого содержания белка и протеина в зеленой массе культуру возможно включать в рационы крупного рогатого скота. А высокое содержание эруковой кислоты в семенах и масле крамбе делает её перспективной для производства биодизельного топлива [13, 14, 17].

Отметим, что растение по своим морфобиологическим показателям хорошо подходит к условиям Рязанской области. Его ценность заключается в высокой устойчивости к засухе, болезням и вредителям, а также в относительно коротком вегетационном периоде.

На территории нашей страны выращивать крамбе начали в далеком 1932 году [14], уже тогда культура зарекомендовала себя как очень перспективная для сельского хозяйства, однако в середине прошлого столетия она была необоснованно забыта. И только с появлением новых сортов, отличающихся высоким качеством масел, крамбе абиссинской снова заинтересовались производственники. В 2011 году в Государственном реестре селекционных достижений был зарегистрирован первый отечественный сорт крамбе абиссинской – Полёт.

Объекты и методы исследований

В 2019-2021 гг. на опытном участке агротехнологической станции ФГБОУ ВО РГАТУ заложены опыты по выявлению продуктивности сорта Полёт в зависимости от изучаемых факторов. Опыт двухфакторный: сроки посева – первый 3-5 мая, второй 13-15 мая; нормы высева: 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 млн всхожих семян /га.

Почва темно-серая лесная; агрохимические по-

казатели опытных участков: гумуса (по Тюрину) – 3,63-3,74 %, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 165-176 мг/кг, калия – 143-150 мг/кг, обменная кислотность рН (вытяжка хлористого калия) – 5,6-5,7.

Агротехнические мероприятия по возделыванию крамбе абиссинской и методики исследований – общепринятые для крестоцветных масличных культур в регионе [6, 7, 10].

Предшественник ежегодно – озимые колосовые. Посев крамбе проведен рядовым способом с последующим прикатыванием. В фазе 4-6 листьев была проведена обработка химическими средствами защиты растений: инсектицидом Фастак 0,15 л/га в баковой смеси с гербицидом Лерашанс 0,3-0,35 л/га, с расходом рабочей жидкости 250 л/га. Внесение минеральных удобрений – под культивацию в дозе N₁₀₀P₆₀K₆₀ (фон), и подкормка аммиачной селитрой в дозе N₆₀. Уборка крамбе в фазе технической спелости. На основании полученных количественных показателей был проведен статистический анализ данных в программе STATISTIKA 10.

Результаты исследований

В исследованиях отмечались температурные колебания и неравномерное выпадение осадков в течение вегетационных периодов. Гидротермический коэффициент вегетационного периода различался по годам: ГТК 2019 – 0,63; ГТК 2020 – 1,41, ГТК 2021 – 0,90.

В среднем всходы культуры были дружными, в пределах от 79,2 % до 84,8 %. Более высокой всхожестью семян отличались посеы второго срока благодаря лучшим условиям тепло- и влагообеспеченности.

В начальном развитии, в период всходы-бутонизация, крамбе развивалась достаточно медленно.

Полный период вегетации от посева до уборки составил от 91 до 106 дней (рисунки 1,2).

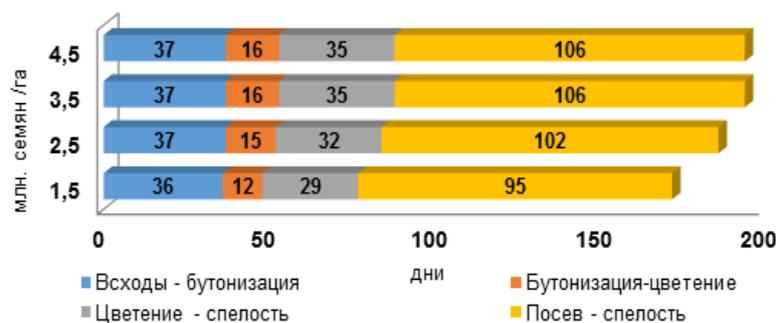


Рис. 1 – Фенологические фазы развития крамбе абиссинской I-го срока посева от норм высева, дни, среднее 2019-2021 гг.
(Phenological phases of development of krambe Abyssinian I-th sowing period from seeding rates, days, average 2019-2021)

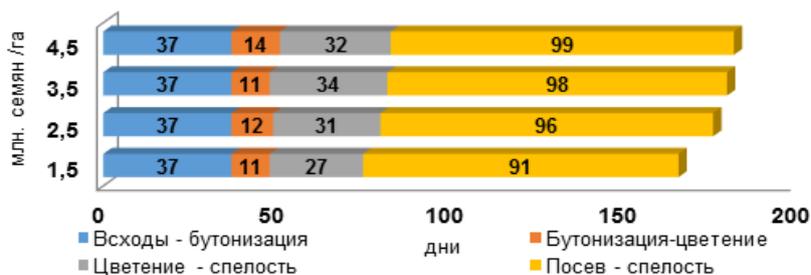


Рис. 2 – Фенологические фазы развития крамбе абиссинской II-го срока посева от норм высева, дни, среднее 2019-2021 гг.
(Phenological phases of development of krambe Abyssinian II sowing date from seeding rates, days, average 2019-2021)



В начальные 25-30 дней у крамбе абиссинской происходило активное формирование корневой системы и закладка боковых ветвей. В среднем, согласно данным фенологических наблюдений, длина межфазного периода всходы-бутонизация составила 50-55 дней. Отметим, что растения крамбе в первый месяц были подвержены повреждениям крестоцветными блошками, которые поражали мягкие ткани листостебельной массы; позже требовалась еще одна инсектицидная обработка против рапсового цветоеда в период начала бутонизации.

В опыте с повышением количества растений удлинялась продолжительность межфазных периодов. Так, при норме 1,5 млн шт./га созревание крамбе наступило, в среднем, на 8 дней раньше, по

сравнению с растениями варианта с 4,5 млн шт./га.

Растения абиссинской крамбе второго срока посева развивались более интенсивно: от посева до цветения в среднем проходило 65-66 дней, а полный цикл составил 91-99 дней (у посевов первого срока – 101-106 дней).

На продолжительность вегетационного периода оказали влияние нормы высева: при 1,5 млн шт./га она составляла 91-92 дня, при 2,5 млн шт./га – 96 дней, что на 4-5 дней удлиняло сроки уборки культуры.

В среднем, выживаемость крамбе сорта Полет при I сроке посева и норме семян 1,5; 2,5 млн шт./га оказалась лучшей (95,8-96,5 %) (рис. 3).

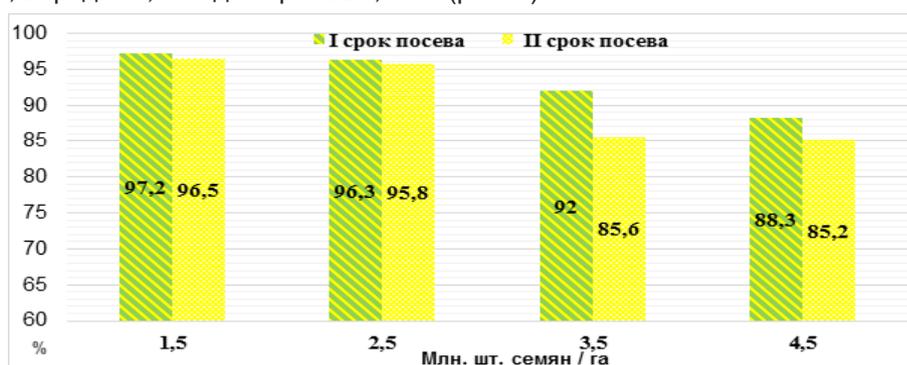


Рис. 3 – Выживаемость крамбе абиссинской в зависимости от вариантов исследований (%), среднее 2019-2021 гг.

(Survival rate of Abyssinian krambe depending on research options (%), average 2019-2021)

Изучаемые факторы в опыте влияли на структуру урожая (табл. 1). Максимальная густота стояния крамбе перед уборкой (346,0 шт./м²) получена на делянках с нормой высева 4,5 млн шт./га ранневсеннего посева.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая крамбе абиссинской от факторов, среднее 2019-2021 гг.

Срок посева (А)	Норма, млн шт. /га (В)	Густота растений перед уборкой, шт./м ²	Число кистей, шт.	Высота растений, см
I	1,5	120,5	34,6	68,1
	2,5	181,1	22,0	68,7
	3,5	247,7	19,5	75,1
	4,5	346,0	12,4	81,3
II	1,5	137,0	31,4	72,1
	2,5	185,9	22,7	70,0
	3,5	254,4	17,2	74,7
	4,5	327,6	14,0	79,1
НСР ₀₅ , АВ			3,16	5,01

В среднем, масса 1000 плодиков находилась в пределах 8,4-8,8 г, существенно не изменяясь в зависимости от изучаемых факторов. Максимальное количество плодиков на растении крамбе отмечено при норме 1,5 млн шт./га (905,3-873,8 шт.).

Анализируя засоренность посевов крамбе в зависимости от факторов, отметим, что количество сорной растительности в опыте оставалось относительно постоянной величиной. Основными засорителями являлись виды горцев, марь белая, щирица запрокинутая, лебеда раскидистая, просо

куриное, хвощ полевой.

В среднем, на делянках с нормой высева 1,5 млн шт./га количество сорняков с посевом в I декаде мая составило 29,9 шт./ м², что на 7,6 шт./м² больше по сравнению с нормой 2,5 млн шт./га (22,3 шт./ м²).

Наименьшее число засорителей отмечено на делянках с нормой 4,5 млн шт./га как в первый посев, так и во второй. С повышением в вариантах опыта нормы высева выявлено снижение показателя сырой массы единицы сорняка. Так,



масса одного сорного растения при норме высева 2,5 млн шт./га уменьшалась на 30,8 % по сравнению с сорняком при норме высева семян в 1,5 млн шт./га. Сырая масса одного сорного растения на вариантах с нормами 3,5; 4,5 млн шт./га сократилась на 41,1 % и 69,8 % соответственно по

сравнению с показателем массы одного сорняка при норме 1,5 млн шт./га. Таким образом, низкая засоренность выявлена в посевах с более высокими нормами высева – 3,5; 4,5 млн шт./га. Как следствие, изучаемые факторы оказали значительное влияние на урожайность крамбе (табл. 2).

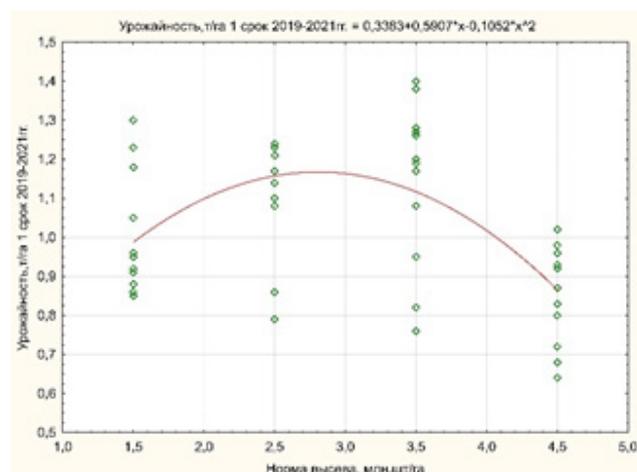
Таблица 2 – Урожайность крамбе абиссинской в зависимости от изучаемых факторов, т/га

Срок посева (А)	Норма высева, млн шт./га (В)	Урожайность, т/га			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
I	1,5	1,01	0,98	0,99	0,99
	2,5	1,15	1,08	1,13	1,12
	3,5	1,33	1,07	1,04	1,14
	4,5	0,88	0,84	0,84	0,85
II	1,5	0,97	0,99	1,08	1,01
	2,5	1,04	1,06	1,06	1,05
	3,5	1,14	1,01	1,05	1,06
	4,5	0,93	0,83	0,60	0,78
НСР ₀₅ АВ, т/га		0,09	0,13	0,10	

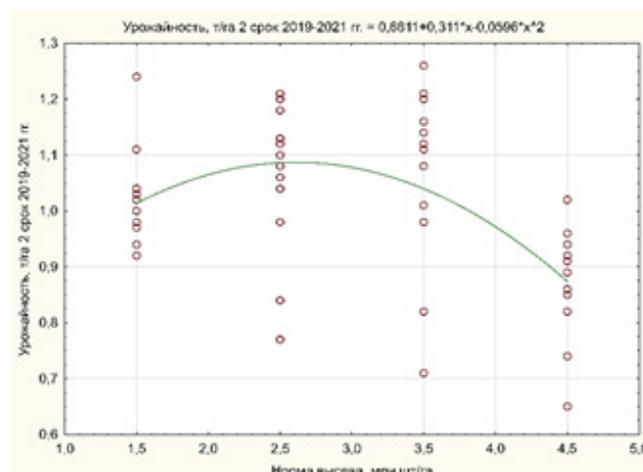
Максимальная урожайность, в среднем по годам исследований, отмечена на варианте первого срока посева + высев 3,5 млн шт./га (1,14 т/га). В 2019 году на том же варианте зафиксирована максимальная урожайность за все годы исследо-

ваний (1,33 т/га).

По результатам эксперимента сделан статистический анализ данных продуктивности крамбе абиссинской в зависимости от изучаемых факторов (рисунки 4, 5).



а) первый срок посева (I декада мая)



б) второй срок посева (II декада мая)

Рис. 4 – Полиномиальная зависимость средней урожайности крамбе от нормы высева (Polynomial dependence of average crambe yield on seeding rate)

При построении составной диаграммы расщепления полиномиальной зависимости урожайности от нормы высева наблюдается максимальная урожайность при первом сроке посева с нормой высева 3,5 млн шт./га, варьируется в диапазоне 1,1-1,4 т/га. При втором сроке посева наибольшая урожайность в диапазоне 1,10-1,24 т/га отмечена при нормах высева 2,5 и 3,5 млн шт./га. Констатируем, что при нормах высева в 1,5 и 4,5 млн шт./га в условиях Рязанской области невозможно достичь высокой урожайности культуры, что показывается кривыми полиномиальной зависимости, изображёнными на рисунке 4 а, б. Кривая зависимости свидетельствует, что получение потенциальной максимальной био-

логической урожайности крамбе сорта Полет возможно достичь в диапазоне норм высева от 2,5 до 3,5 млн. шт./га.

По данным диаграммы (рис. 5) трёхмерной экспоненциальной зависимости густоты стояния растений перед уборкой, урожайности от норм высева видно, что искомые показатели коррелируют между собой, позволяя сделать вывод, что оптимальная густота стояния растений перед уборкой (диапазон 210-250 шт./м²) и максимальная средняя урожайность в опыте (1,1-1,2 т/га) могут быть достигнуты при норме высева 3,5 млн шт./га.

Важным показателем при выращивании масличной культуры является содержание и валовой выход жира с единицы площади (рис. 6).

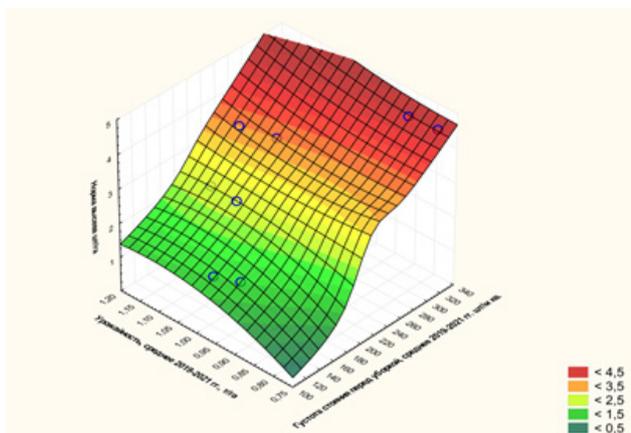


Рис. 5 – Зависимость густоты стояния растений и урожайности крамбе от норм высева, среднее за 2019-2021 гг. (Dependence of plant density and crambe yield on seeding rates, average for 2019-2021)

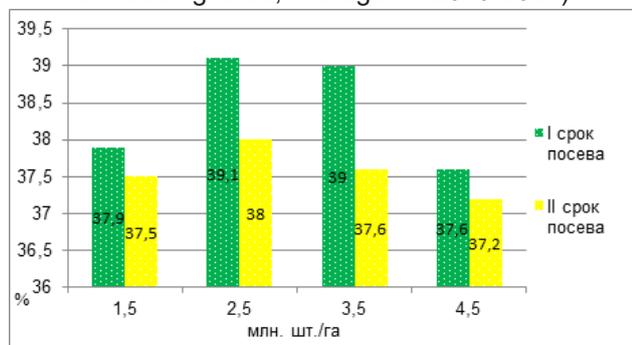


Рис. 6 – Масличность крамбе абиссинской от изучаемых факторов, % (Oil content of Abyssinian crambe from the studied factors, %)

В опытах более высокое содержание жира выявлено на вариантах первого срока посева по сравнению с более поздним сроком. В среднем, максимальное содержание жира в маслосеменах крамбе – по варианту 2,5 млн шт./га + I срок (39,1 %), 3,5 млн шт./га + I срок (39,0 %).

Валовый выход растительного масла на вариантах с максимальным содержанием жира в среднем составил 437,9 кг/га по варианту 2,5 млн шт./га + I сроки и 444,6 кг/га по варианту 3,5 млн шт./га + I срок.

Так, по годам исследований, в агроценозах крамбе абиссинской при посеве в первой декаде мая валовый выход масла, в среднем, зафиксирован на уровне 393,7 кг/га, что на 27,5 кг/га выше по сравнению с валовым выходом при посеве во вторую декаду мая (366,2 кг/га).

При сельскохозяйственном производстве важно учитывать экономическую эффективность и рентабельность. При проведении экономического расчета предложенных в работе элементов агротехнологий крамбе абиссинской, который проведен на основании технологических карт, максимальная рентабельность на варианте первого срока посева + высева 3,5 млн шт./га 114,2 %, при затратах на 1 гектар в 23 612,2 тыс. рублей.

Заключение

Для получения высокой урожайности крамбе абиссинской, при оптимальных затратах и уровне рентабельности, к уборке необходимо сохранить не менее 250-280 продуктивных растений на 1 м², с посевом в ранневесенние сроки. Поэтому в условиях Рязанской области, на серой лесной почве, рекомендуем посев крамбе абиссинской 3-5 мая с высевом 3,5 млн шт. семян/га. Отметим, что сорт крамбе Полёт хорошо зарекомендовал себя в условиях Рязанской области. По результатам исследований сорт Полёт можно охарактеризовать как стабильный по продуктивности, устойчивый к неблагоприятным внешним факторам: засухе, повреждению вредителями, с отсутствием полегаемости растений.

Список источников

1. Виноградов, Д.В. Научно-практические аспекты интродукции масличных культур в южной части Нечерноземной зоны России // В сб.: Интродукция растений: теоретические, методические и прикладные проблемы. Матер. Межд. конф. МПГУ, 2009. С. 16-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19096467>
2. Виноградов, Д.В. Использование капустных культур/ Д.В. Виноградов // Пчеловодство. 2009. № 5. С. 23-24. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12228550>
3. Виноградов, Д.В. Новая масличная культура для Рязанской области/ Д.В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. 2009. № 4. С. 32-34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13920747>
4. Виноградов, Д.В. Особенности и перспективы возделывания масличных культур в условиях юга Нечерноземья / Д.В. Виноградов // Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур : Сб. матер. 5-й межд. конф. Рязань: РГТУ, 2009. С. 51-54. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22652095>
5. Габибов, М.А. Растениеводство / М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов // Учебник ФГБОУ ВО РГТУ. Рязань, 2019. 302 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39166745>
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. М.: Альянс, 2011. - 351 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517484>
7. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – 327 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21792553>
8. Лупова, Е.И. Особенности технологии и перспективы возделывания рыжика ярового / Е.И. Лупова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК. Матер. Межд. науч.-прак. конф. 2017. С. 265-270. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28838277&pff=1>
9. Лупова, Е.И. Производство семян рыжика



ярового и чечевицы в смешанных посевах / Е.И. Лупова, А.С. Терентьев, Д.В. Виноградов, А.А. Соколов // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. № 2 (2). С. 152-156. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41149424>

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под общ. ред. М. А. Федина - М. : 1985. – 267 с. URL: <https://search.rsl.ru/record/01001306697>

11. Сазонкин, К.Д. Влияния регуляторов роста на прорастание семян Крамбе Абиссинской (*Crambe Abyssinica*.) / К.Д. Сазонкин, А.А. Соколов, С.Н. Никитов // Инновации в сельском хозяйстве. В сб.: Межд. науч.-практ. конф. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. С. 439-443. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44077519>

12. Сазонкин, К.Д. Разработка элементов технологии производства семян Крамбе Абиссинской в условиях Рязанской области / К.Д. Сазонкин, С.В. Никитов, Н.В. Бышов и др. // Инновации в сельском хозяйстве. В сб.: Межд. науч.-практ. конф. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. С. 434-438. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44077191>

13. Сазонкин, К.Д. Крамбе абиссинская. Нетрадиционная масличная культура, обладающая большим потенциалом / К.Д. Сазонкин, М.М. Крючков // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Сб.: Нац. науч.-практ. конф. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. С. 536-541. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37282260>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад при проведении исследований, анализе полученных результатов и подготовке статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

14. Турина, Е.Л. Значение Крамбе Абиссинской (*Crambe Abyssinica*.) и ее урожайность в различных странах мира (обзор) / Е.Л. Турина, Т.Я. Прахова, Л.А. Радченко // Зерновое хозяйство в России. 2021. № 4 (76). С. 66-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46521402>

15. Филатова, О.И. Масличные культуры в Рязанской области / О.И. Филатова, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // В сб.: Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Рязань, 2018. С. 104-108. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35398326>

16. Lupova, E.I. Improvement of elements of oil flax cultivation technology on gray forest soil / E.I. Lupova, E.A. Vysotskaya, D.V. Vinogradov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. № 422. С. 012081. DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012081

17. Lupova, E.I. Yield of winter rape in Rязан region / E.I. Lupova, D.V. Vinogradov, K.D. Sazonkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 № 723(2). С. 022031. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022031

18. Vinogradov, D.V. Developing the regional system of oil crops production management / D.V. Vinogradov, V.S. Konkina, Ya.V. Kostin, M.M. Kryuchkov, O.A. Zakharova, R.N. Ushakov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Т. 9. № 5. С. 1276-1284. eISSN: 0975-8585

References

1. Vinogradov, D.V. *Nauchno-prakticheskie aspekty introdukcii maslichnyh kul'tur v yuzhnoj chasti Nechernozemnoj zony Rossii* // V sb.: *Introdukcija rastenij: teoreticheskie, metodicheskie i prikladnye problemy. Mater. Mezhd. konf. MarGTU, 2009. S. 16-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19096467*

2. Vinogradov, D.V. *Ispol'zovanie kapustnyh kul'tur* / D.V. Vinogradov // *Pchelovodstvo. 2009. № 5. S. 23-24. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12228550*

3. Vinogradov, D.V. *Novaya maslichnaya kul'tura dlya Ryazanskoj oblasti* / D.V. Vinogradov // *Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. 2009. № 4. S. 32-34. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13920747*

4. Vinogradov, D.V. *Osobennosti i perspektivy vozdeleyvaniya maslichnyh kul'tur v usloviyah yuga Nechernozem'ya* / D.V. Vinogradov // *Perspektivnye napravleniya issledovanij v selekcii i tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnyh kul'tur : Sb. mater. 5-j mezhd. konf. Ryazan': RGATU, 2009. S. 51-54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22652095*

5. Gabibov, M.A. *Rastenievodstvo* / M.A. Gabibov, D.V. Vinogradov, N.V. Byshov // *Uchebnik FGBOU VO RGATU. Ryazan', 2019. 302 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39166745*

6. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij): uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. Stereotip. izd., perepech. s 5-go izd., dop. i pererab. 1985 g. M.: Al'yans, 2011. - 351 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517484*

7. Lukomec, V.M. *Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / pod obshch. red. V.M. Lukomca. – 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: VNIIMK, 2010. – 327 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21792553*

8. Lupova, E.I. *Osobennosti tekhnologii i perspektivy vozdeleyvaniya ryzhika yarovogo* / E.I. Lupova // *Ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennyh resursosberegayushchih tekhnologij v APK. Mater. Mezhd. nauch.-prak. konf. 2017. S. 265-270. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28838277&pf=1*

9. Lupova, E.I. *Proizvodstvo semyan ryzhika yarovogo i chechevicy v smeshannyh posevah* / E.I. Lupova, A.S. Terent'ev, D.V. Vinogradov, A.A. Sokolov // *Izvestiya Dagestanskogo GAU. 2019. № 2 (2). S. 152-156. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41149424*



10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur / Pod obshch. red. M. A. Fedina - M. : 1985. – 267 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001306697>

11. Sazonkin, K.D. Vliyaniya regulyatorov rosta na prorastanie semyan Krambe Abissinskoj (Crambe Abyssinica) / K.D. Sazonkin, A.A. Sokolov, S.N. Nikitov // Innovacii v sel'skom hozyajstve. V sb.: Mezhd. nauch.-prak. konf. Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2020. S. 439-443. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44077519>

12. Sazonkin, K.D. Razrabotka elementov tekhnologii proizvodstva semyan Krambe Abissinskoj v usloviyah Ryazanskoj oblasti / K.D. Sazonkin, S.V. Nikitov, N.V. Byshov i dr. // Innovacii v sel'skom hozyajstve. V sb.: Mater. Mezhd. nauch.-prak. Konf. Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2020. S. 434-438. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44077191>

13. Sazonkin, K.D. Krambe abissinskaya. Netradicionnaya maslichnaya kul'tura, obladayushchaya bol'shim potencialom / K.D. Sazonkin, M.M. Kryuchkov // Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rosii : Sb.: Nac. nauch.-prak. konf. Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2019. S. 536-541. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37282260>

14. Turina, E.L. Znachenie Krambe Abissinskoj (Crambe Abyssinica) i ee urozhajnost' v razlichnykh stranah mira (obzor) / E.L. Turina, T.YA. Prahova, L.A. Radchenko // Zernovoe hozyajstvo v Rossii. 2021. № 4 (76). S. 66-76. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46521402>

15. Filatova, O.I. Maslichnye kul'tury v Ryazanskoj oblasti / O.I. Filatova, E.I. Lupova, D.V. Vinogradov // V sb.: Integraciya nauchnykh issledovanij v reshenii regional'nykh ekologicheskikh i prirodohrannykh problem. Ryazan', 2018. S. 104-108. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35398326>

16. Lupova, E.I. Improvement of elements of oil flax cultivation technology on gray forest soil / E.I. Lupova, E.A. Vysotskaya, D.V. Vinogradov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. № 422. C. 012081. DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012081

17. Lupova, E.I. Yield of winter rape in Ryazan region / E.I. Lupova, D.V. Vinogradov, K.D. Sazonkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 № 723(2). C. 022031. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022031

18. Vinogradov, D.V. Developing the regional system of oil crops production management / D.V. Vinogradov, V.S. Konkina, Ya.V. Kostin, M.M. Kryuchkov, O.A. Zakharova, R.N. Ushakov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. T. 9. № 5. C.1276-1284. eISSN: 0975-8585

Contribution of the authors:

All authors all have an equivalent contribution to research, analysis of the results obtained, and preparation of the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Сазонкин Кирилл Дмитриевич, аспирант, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kirill.sazonkin@mail.ru

Никитов Сергей Валерьевич, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры технологии общественного питания, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, nikitov-sv@mail.ru

Виноградов Дмитрий Валериевич, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры агрономии и агротехнологий, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vdv-rz@rambler.ru

Information about the authors

Sazonkin Kirill Dmitrievich, Postgraduate student, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, kirill.sazonkin@mail.ru

Nikitov Sergej Valer'evich, Candidate of Biological Sciences, docent of the Department of Public Catering Technology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, nikitov-sv@mail.ru

Vinogradov Dmitry Valerievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Agronomy and Agrotechnology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, vdv-rz@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 11.01.2022; одобрена после рецензирования 28.02. 2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 11.01.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 639.3.09
DOI: 10.36508/RSATU.2022.29.30.008

ВЛИЯНИЕ ДЕВАСТИНА НА ИНВАЗИРОВАНИЕ ПОМЕСНОГО ОСЕТРА МОНОГЕНЕТИЧЕСКИМ СОСАЛЬЩИКОМ DACTYLOGYRUS VASTATOR

Хорошайло Татьяна Анатольевна¹✉, Сердюченко Ирина Владимировна², Козубов Алексей Сергеевич³

^{1,2,3} Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

¹tatyana_zabai@mail.ru

²79184370664@yandex.ru

³lewakozubov@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований явилось теоретическое обоснование и практическая реализация способа обработки взрослых особей осетровых противопаразитарным препаратом Девастином, предназначенным для обработки поверхности тела и жабр рыб.

Методология. Объект исследования: помеси 6-ти и 7-летнего возраста, полученные от ленского и русского осетра, выращенные в одном из рыбоводных хозяйств Краснодарского края. Обработку рыб проводили в осенний период с использованием раствора Девастина в дозе 2 г/л воды в лотке объемом 500 л с экспозицией 30 мин на 36 головах при температуре воды 20-22° С. Эффективность обработки оценивали по ихтиологическим показателям до и после обработки, а также общему состоянию, поведению рыб и поедаемости ими кормов, определяемыми на третий и седьмой день на всем обработанном поголовье.

Результаты. Выявлено, что обработка рыб антипаразитарным препаратом дала положительный эффект. Экстенсивность инвазии сократилась на 76,6 %. Интенсивность инвазии составила от 3 до 8 паразитов на одной рыбе. Индекс обилия сократился с 43 до 4 экземпляров на одной особи (в 10,8 раз).

Заключение. Предложенный способ обработки рыб имеет наибольшие перспективы использования для профилактической обработки прудовых рыб, что в итоге повышает рыбопродуктивность осетровых.

Ключевые слова: помеси осетра, моногенетический сосальщик, инвазия, Девастин, обработка, состояние, поведение.

Для цитирования: Хорошайло Т.А., Сердюченко И.В., Козубов А.С. Влияние девастина на инвазирование помесного осетра моногенетическим сосальщиком *Dactylogyrus Vastator* // Вестник Рязанского государственного аграрно-технологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т.14, №1. С. 70-75. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.29.30.008>

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

INFLUENCE OF DEVASTIN ON THE INVASION OF MIXED STURGEON MONOGENETIC SUCKER DACTYLOGYRUS VASTATOR

Tatiana A. khoroshailo¹✉, Irina V. Serdyuchenko², Aleksey S. Kozubov³

^{1,2,3} Kuban state agrarian university named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia

¹tatyana_zabai@mail.ru

²729184370664@yandex.ru

³lewakozubov@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The aim of the research was the theoretical substantiation and practical implementation of the method of treating adult sturgeons with the antiparasitic drug Devastin, intended for treating the surface of the body and gills of fish.



Methods. Object of study: crossbreeds of 6 and 7 years old, obtained from Lena and Russian sturgeon, grown in one of the fish farms of the Krasnodar Territory. Fish treatment was carried out in the autumn period using a Devastin solution at a dose of 2 g/l of water in a 500-l tray with an exposure of 30 minutes on 36 heads at a water temperature of 20–22°C. The effectiveness of the treatment was evaluated by ichthyologic indicators before and after treatment, as well as the general condition, behavior of the fish and their feed intake, determined on the third and seventh days for the entire treated population.

Results. It was found that the treatment of fish with an antiparasitic drug had a positive effect. Extensiveness of invasion decreased by 76.6%. The intensity of invasion was from 3 to 8 parasites per fish. The abundance index decreased from 43 to 4 specimens per individual (by 10.8 times).

Conclusion. The proposed method of processing fish has the greatest prospects for use for the preventive treatment of pond fish, which ultimately increases the fish productivity of sturgeons.

Key words: sturgeon crossbreeds, monogenetic fluke, invasion, Devastin, processing, condition, behavior.

For citation: Khoroshailo T.A., Serdyuchenko I.V., Kozubov A.S. Influence of devastin on invasion of crossbred sturgeon by monogenetic fluke *Dactylogyrus Vastator* // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T. 14, No. 1. С 70-75. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.29.30.008>

Введение

Продукция Российского рыбоводства составляет примерно 240 тыс. тонн в год, что является весьма невысоким показателем по сравнению с мировым объемом аквакультуры. В южных регионах России, прилегающих к Каспию и Азово-Черноморскому бассейну, рыбоводство дает 70-80 тыс. тонн продукции в год. Рыбоводством на Кубани занимаются с середины советской эпохи. В настоящее время Краснодарский край производит свыше 30 всей товарной рыбы в ЮФО [14].

В современной социально-экономической ситуации, в условиях маловодья и засух на юге нашей страны, представляется прогрессивным опыт по выращиванию рыбы в фермерских хозяйствах, которые также претерпевают определенные сложности [5].

Одной из таких причин являются инвазионные болезни рыб. *Dactylogyrus Vastator* – гельминт рыб, который в последние годы часто встречается в естественных водоемах, быстро расширяя свой ареал за счёт водоплавающих видов птиц [1,7].

Данный вид гельминтов наносит колоссальный экономический ущерб хозяйствам из-за гибели рыб от вызываемого ими моногеноидоза. Гельминты рода *Dactylogyrus*, как представители широко распространённого семейства *Dactylogyridae*, паразитируют на жабрах и телах молоди рыб, питаются их эпителием, слизью или кровью. Были описаны случаи, когда на одной рыбе насчитывалось около пятисот мелких (1-3 мм) гельминтов [3,9].

Краснодарский край богат природными и искусственными водоемами, которые используются для разведения промысловых видов рыб. В последние годы значительный экономический ущерб хозяйствам за счёт массовой гибели рыб наносит заболевание моногеноидоз, вызываемое гельминтами класса моногенеи (*Dactylogyrus Vastator*). В связи с этим, работа по предупреждению заболевания в хозяйствах ведётся посредством выявления гельминта и борьбы с его патогенностью.

Материалы и методы исследования

Научно-производственные исследования проводили осенью 2021 года в осетроводном хозяйстве Краснодарского края на 36 помесных особях осетровых, полученных от ленского и русского осетра в возрасте 6-7 лет. После обнаружения

паразитов на жабрах и подплавниковых зонах по рекомендации ученых рыбоведами было принято немедленное решение об обработке особей новым антипаразитарным средством – Девастин, который был предложен ООО «НВЦ Агроветзащита». Предприятием были изучены свойства препарата, его безопасность и эффективность, с последующей разработкой методов по контролю качества [13].

Лекарственный раствор Девастина готовят из крупнокристаллического порошка коричневого цвета. Данный препарат, по сравнению с ему подобными, выгодно отличается отсутствием различных вредных соединений, например, медного купороса, формалина, органических красителей, которые являются онкогенными, общеядовитыми. Действующим веществом лекарственного препарата является повин-дон йод, вспомогательным – каменная соль. Фармакологическое действие Девастина заключается в медленном высвобождении йодид-ионов и повиндона атомарного йода, которые образуют йодамины при взаимодействии с аминокгруппами белков (в т.ч. белков-ферментов), после чего белки перестают функционировать, вызывая гибель гельминта [4,10,12].

Обработку проводили в пластиковой емкости общим объемом 500 л, куда наливали раствор Девастина в дозе 2 г/л воды температурой 12-14° С, помещая в нее рыбу на 30 минут, после чего погружали её в чистую воду. Ихтиопатологические исследования проводили до и через 1 час после обработки визуальным путем подсчета в чашке Петри и с помощью микроскопа:

1) экстенсивность инвазии – количество особей вида, зараженных гельминтами, по отношению ко всему числу исследованных особей. Экстенсивность инвазии (Е) рассчитывали по формуле:

$$E = n/N \times 100\%,$$

где n – число зараженных особей хозяев;

N – число исследованных особей хозяев;

2) интенсивность (массивность) инвазии (ИИ) – минимальное и максимальное число паразитов в одной зараженной особи рыбы;

3) индекс обилия (ИО) – число паразитов, приходящихся на одну исследованную особь рыбы, рассчитывали по формуле:

$$ИО = m/N,$$



где m – число обнаруженных гельминтов;

N – число исследованных особей хозяев [2,15].

На третий и седьмой дни после обработки было проведено сравнение общего состояния рыб, их поведения, количества съеденного корма путем наблюдения за ними.

Результаты исследований и их обсуждение

При вылове рыб из пруда наблюдалась следующая клиническая картина: у зараженных осетров были поражены жабры и все подплавниковые зоны монегенеями *Dactylogyrus Vastator*, что изображено на рисунках 1 и 2.



Рис. 1 – Взрослая особь *Dactylogyrus Vastator*, взятая с поверхности рыбы
(Adult *Dactylogyrus Vastator* taken from the surface of a fish)



Рис. 2 – Поражение подплавниковой зоны рыбы
(The defeat of the fin zone of the fish)

Тело монегении листовидное, имеет длину от 1 мм до 40-50 мм. На переднем конце тела – клейкие железы, а на заднем конце располагается сложный по строению прикрепительный диск, который вооружен малыми и большими крючьями, иногда, мускулистыми присосками, клапанами или различными сочетаниями этих образований. Кишка имеет две ветви, которые способны замыкаться в кольцо. Паренхима заполняет всё пространство между тегументом и кишкой гельминта. Выделительная система представлена протонефридиями, что открываются наружу двумя самостоятельными отверстиями, которые расположены на передней части тела. Органы крово-

обращения и дыхания отсутствуют. Нервная система ортогонального типа, имеет поверхностную нервную сеть, представлена двумя продольными стволами и крупным головным ганглием. Развиты органы осязания, равновесия. Органы зрения представлены парой глаз на переднем конце тела (рис. 4). Моногении – гермафродиты, в основном яйцекладущи. Развитие обычно без смены хозяев и чередования поколений. Моногении обладают сравнительно простым развитием, которое сопровождается лишь метаморфозом [6,8].

В результате осмотра всех 36 выловленных особей из бассейна наблюдалось, что все осетровые были поражены паразитами. Более подробная информация отражена в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют, что после однократной обработки рыб антипаразитарным препаратом Девастин показатели патогенности монегений *Dactylogyrus Vastator* уже через час существенно сократились. Так, экстенсивность инвазии сократилась на 76,6 %, и составила 23,3 %. Интенсивность инвазии составила от 3 до 8 паразитов на одной рыбе. Хотелось отметить, что сосальщики стали менее подвижны, хотя до обработки при снятии их с рыб в чашке Петри наблюдалась повышенная жизнеспособность. Индекс обилия сократился с 43 до 4 экземпляров на одной особи (в 10,8 раз). На рисунке 3 показаны паразиты, снятые с одной рыбы.



Рис. 3 – Паразиты, снятые с одной особи
(Parasites taken from one individual)

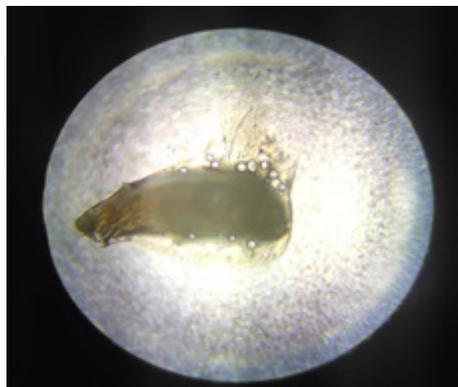


Рис. 4 – Особь моногенетического сосальщика под микроскопом
(An individual of a monogenetic fluke under a microscope)



Таблица – Заражение монегенеями осетровых

Показатель	Исследуемые особи, п – 36	
	за 1 час до обработки	1 час после обработки
Экстенсивность инвазии (ЭИ), %	100	23,3
Интенсивность инвазии (ИИ), min–max, экз.	12–58	3–8
Индекс обилия (ИО)	43	4

Кроме того, одна зараженная особь была вывезена в Кубанский ГАУ для проведения практического занятия по дисциплине «Рыбоводство». Под руководством преподавателя, студентами было проведено вскрытие рыбы и рассмотрены ее внутренние органы. Как было сказано ранее, сосальщики паразитировали на жабрах и подплавниковых зонах осетровых, но при вскрытии оказалось, что на внутренних органах их не было, так как монегенеи *Dactylogyrus Vastator* являются эктопаразитами [11]. В результате действия токсинов, выделяемых паразитами, на всех внутренних органах рыбы произошли патологические изменения, что показано на рисунке 5.

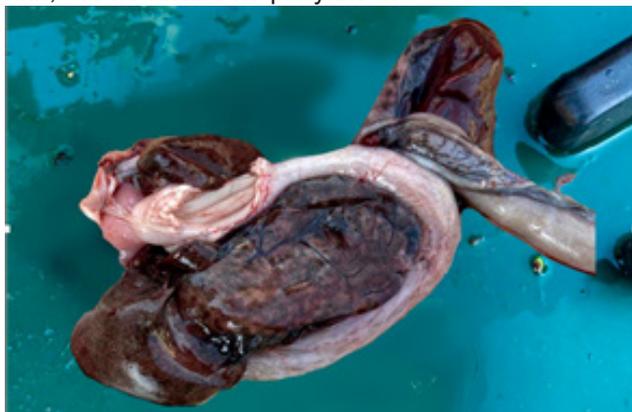


Рис.5 – Внутренние органы инвазированной рыбы (печень, кишечник, селезенка)
(Internal organs of infested fish
(liver, intestines, spleen))

Для сравнения приводятся внутренние органы здорового осетра (рис. 6).

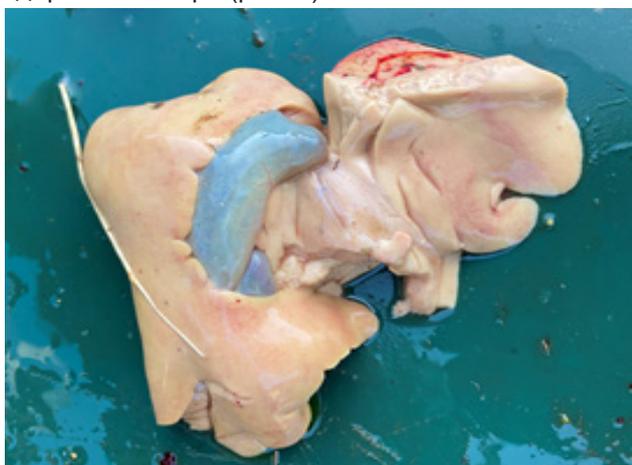


Рис.6 – Внутренние органы здорового осетра
(печень, желудок)
(Internal organs of a healthy sturgeon
(liver, stomach))

Перед обработкой рыбы антипаразитарным средством было видно, что она плохо поедала корма, которые плавали по поверхности воды, а затем плесневели, что является отрицательным фактором при разведении рыб в пруду. Осетровые почти не двигались, или это выражалось в очень слабой форме.

На третий день после обработки раствором Девастина, рыба начала активнее двигаться, делая вращательные движения телом, свойственные осетровым. Корма поедала на 80 % от задаваемого ей количества. Но при осмотре участки тела, пораженные сосальщиком, были еще заметны, что доставляло болезненность и беспокойство рыбе. Через неделю после обработки методом случайной выборки был проведен повторный осмотр осетровых. Поверхность тела рыб была чистая, без каких-либо патологий. Двигалась рыба активно, как обычно, перед кормлением переворачиваясь и показываясь на поверхности воды. Жабры и подплавниковые зоны были чисты и без поражений. После обработки рыба была перенесена в другой пруд, сверху обтянутый сеткой, чтобы зараженная водоплавающая птица не могла попасть на поверхность воды.

Заключение

Таким образом, на основании собственных исследований, нам удалось оздоровить помесей осетровых от монегеноидоза новым антипаразитарным препаратом Девастин. На основании анализа биологии возбудителя, биологических и физиологических особенностей осетровых, инструкций по профилактике и методик по ихтиологическим исследованиям, нами были предложены профилактические и оздоровительные мероприятия в условиях фермерского рыбноводного хозяйства при выращивании осетровых:

- 1) при пересадке или бонитировке рыбы проводить противопаразитарную обработку осетровых;
- 2) все пруды, независимо от назначения, обтягивать сеткой с целью интактирования птицы;
- 3) ихтиопатологический мониторинг содержания рыб должен носить обязательный характер.

Наблюдения по данной теме продолжаются, о чем будет сообщено в дальнейших публикациях.

Список источников

1. Гайфулина, Э.А. Динамика зараженности разновозрастных рыб групп карпа моногенетическими сосальщиками в водоемах Нижней Волги / Э.А. Гайфулина, В.С. Владимиров, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2014. – №2. – С. 21–26: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21638315>
2. Гусев, А.В. Методика сбора и обработки



материалов по моногениям, паразитирующим у рыб / А.В. Гусев. – Л.: Наука, 1983. – 48 с.

3. Кудерский, Л.А. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам: акклиматизация рыб в водоемах России / Л.А. Кудерский // сб. науч. Тр. ФГБНУ ГНИИОРРХ. – М.; СПб.: КМК, 2015. – Т. 4. – 290 с.: [сайт] – URL: <https://www.bookvoed.ru/book?id=6645988>

4. Либерман, Е.Л. Зараженность леща *Abramis Brama* моногениями (*Monogenea*) в бассейне озера Иртыша / Е.Л. Либерман, Е.Л. Воропаева // Вестник АГТУ. – 2018. – №2. – С. 100–104. – DOI: 10.24143/1812-9498-2018-2-99-104

5. Матишов, Г.Г. Опыт фермерского хозяйства по выращиванию рыбы с использованием грунтовых вод на примере Азовского района Ростовской области и Ейского района Краснодарского края / Г.Г. Матишов, М.В. Коваленко, В.А. Жадан, А.Г. Емцев // под ред. д.б.н., проф. Е.Н. Пономаревой, д.т.н., проф. Б.Ч. Месхи. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2021. – 56 с.

6. Микряков, В.Р. Влияние инсулина на инвазирование карпа *Cyprinus Carpio* моногенетическим сосальщиком *Dactylogyrus Vastator* / В.Р. Микряков, Д.В. Микряков, М.А. Степанова // Паразитология. – 2011. – № 4 (45). – С. 318–323: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16727583>

7. Томнатик, В.Е. Популяционная экология моногении в условиях прудового хозяйства юга Молдавии / В.Е. Томнатик // Эколого-популяционный анализ паразито-хозяйственных отношений, под общ. ред. С.С. Шульмана. – Петрозаводск: изд-во Ин-та биологии, 1991. – С. 68–79: [сайт] – URL: <https://riorpub.com/ru/nauka/article/31970/view>

8. Хорошайло, Т.А. Влияние температурного режима на продуктивность молоди осетровых / Т.А. Хорошайло // Сб. ст. по матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания. – пос. Персиановский, 2020. – С. 208–211: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45622424>

9. Хорошайло, Т.А. Состояние численности, уловов и искусственного воспроизводства русского осетра Азовского бассейна / Т.А. Хорошайло,

Г.В. Комлацкий, О.С. Цой // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (67). – С. 127–131: [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47405596>

10. Komlatsky, V.I. Automation technologies for fish processing and production of fish products / V.I. Komlatsky, T.A. Podoinitsyna, V.V. Verkhoturov, Y.A. Kozub // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference «Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering – APITECH-2019». Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. – 2019. – С. 44050: [сайт] – URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri>

11. Khoroshailo, T.A. Influence of environmental factors on the development and conservation of sturgeon young / T.A. Khoroshailo, Y.A. Alekseeva, B.D. Garmayev, A.A. Martemyanova // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. – Krasnoyarsk, 2021. – С. 42025: [сайт] – URL: <https://www.scopus.com/record/display>

12. Podoinitsyna, T.A. Technological features of the cultivation of mirror and scaly carp / T.A. Podoinitsyna, V.V. Verkhoturov, Y.A. Kozub // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – С. 42002: [сайт] – URL: <https://www.scopus.com/record/display>

13. Девастин – новый паразитарный препарат для рыб: [сайт] – URL: <https://avzvet.ru/about/science/publications/devastin-novyy-protivovoparazitarnyy-preparat-dlya-ryb/>

14. Краснодарский край производит свыше 30% всей товарной рыбы в ЮФО: [сайт] – URL: <https://fish.gov.ru/tag/19/>

15. Экологические факторы зараженности амурского язя *Leuciscus Waleckii* метацеркариями трематод в бассейне реки Амур: [сайт] – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24560>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Gayfulina, E.A. *Dinamika zarazhennosti raznovozrastnykh ryb grupp karpa monogeneticheskimi so-sal'shchikami v vodoyemakh Nizhney Volgi* / E.A. Gayfulina, V.S. Vladimirov, YU.N. Grozesku, A.A. Bakharova // Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoye khozyaystvo. – 2014. – №2. – С. 21–26. [сайт] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21638315>
2. Gusev, A.V. *Metodika sbora i obrabotki materialov po monogeniyam, parazitiruyushchim u ryb* / A.V. Gusev. – L.: Nauka, 1983. – 48 s.
3. Kuderskiy, L.A. *Issledovaniya po ikhtiologii, rybnomu khozyaystvu i smezhnym distsiplinam: akkli-matizatsiya ryb v vodoyemakh Rossii* / L.A. Kuderskiy // sb. nauch. Tr. FGBNU GNIIORRKH. – М.; СПб.: КМК, 2015. – Т. 4. – 290 s. : [сайт] – URL: <https://www.bookvoed.ru/book?id=6645988>
4. Liberman, Ye.L. *Zarazhennost' leshcha Abramis Brama monogeneyami (Monogenea) v bassejne ozera Ir-tysha* / Ye.L. Liberman, Ye.L. Voropayeva // Vestnik AGTU. – 2018. – №2. – С. 100–104. – DOI: 10.24143/1812-9498-2018-2-99-104.
5. Matishov, G.G. *Opyt fermerskogo khozyaystva po vyrashchivaniyu ryby s ispol'zovaniyem gruntovykh*



vod na primere Azovskogo rayona Rostovskoy oblasti i Yeyskogo rayona Krasnodarskogo kraya / G.G. Matishov, M.V. Kovalenko, V.A. Zhadan, A.G. Yemtsev // pod red. d.b.n., prof. Ye.N. Ponomarevoy, d.t.n., prof. B.CH. Meskhi. – Rostov-na-Donu: YUNTS RAN, 2021. – 56 s.

6. Mikryakov, V.R. Vliyaniye insulina na invazirovaniye karpa *Cyprinus Carpio* monogeneticheskim so-sal'shchikom *Dactylogyrus Vastator* / V.R. Mikryakov, D.V. Mikryakov, M.A. Stepanova // *Parazitologiya*. – 2011. – № 4 (45). – S. 318–323 : [sayt] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16727583>

7. Tomnatik, V.Ye. Populyatsionnaya ekologiya monogenei v usloviyakh prudovogo khozyaystva yuga Moldavii / V.Ye. Tomnatik // *Ekologo-populyatsionnyy analiz parazitov-khozyainnykh otnosheniy, pod obshch. red. S.S. Shul'mana*. – Petrozavodsk: izd-vo In-ta biologii, 1991. – S. 68–79: [sayt] – URL: <https://riordpub.com/ru/nauka/article/31970/view>

8. Khoroshaylo, T.A. Vliyaniye temperaturnogo rezhima na produktivnost' molodi osetrovyykh / T.A. Kho-roshaylo // *Sb. st. po mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Aktual'nyye napravleniya innovatsionnogo razvitiya zhivotnovodstva i sovremennyye tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya*. – pos. Persia-novskiy, 2020. – S. 208–211 : [sayt] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45622424>

9. Khoroshaylo, T.A. Sostoyaniye chislennosti, ulovov i iskusstvennogo vosproizvodstva russkogo osetra Azovskogo basseyna / T.A. Khoroshaylo, G.V. Komlatskiy, O.S. Tsoy // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – № 4 (67). – S. 127–131: [sayt] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47405596>

10. Komlatskiy, V.I. Automation technologies for fish processing and production of fish products / V.I. Komlatskiy, T.A. Podoinitsyna, V.V. Verkhoturov, Y.A. Kozub // *V sbornike: Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference «Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering – APITECH-2019»*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. – 2019. – S. 44050: [sayt] – URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri>

11. Khoroshailo, T.A. Influence of environmental factors on the development and conservation of sturgeon young / T.A. Khoroshailo, Y.A. Alekseeva, B.D. Garmaev, A.A. Martemyanova // *V sbornike: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering*. – Krasnoyarsk, 2021. – S. 42025: [sayt] – URL: <https://www.scopus.com/record/display>

12. Podoinitsyna, T.A. Technological features of the cultivation of mirror and scaly carp / T.A. Podoinitsyna, V.V. Verkhoturov, Y.A. Kozub // *V сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*. – 2020. – С. 42002: [sayt] – URL: <https://www.scopus.com/record/display>

13. Devastin – novyy parazitarnyy preparat dlya ryb: [sayt] – URL: <https://avzvet.ru/about/science/publications/devastin-novyy-protivoparazitarnyy-preparat-dlya-ryb/>

14. Krasnodarskiy kray proizvodit svyshe 30% vsey tovarnoy ryby v YUFO: [sayt] – URL: <https://fish.gov.ru/tag/19/>

15. Ekologicheskiye faktory zarazhennosti amurskogo yazya *Leuciscus Waleckii* metatserkariyami trematod v basseyne reki Amur: [sayt] – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24560>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Хорошайло Татьяна Анатольевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры частной зоотехнии и свиноводства, tatyana_zabai@mail.ru

Сердюченко Ирина Владимировна, канд. вет. наук, доцент кафедры микробиологии, эпизоотологии и вирусологии, 79184370664@yandex.ru

Козубов Алексей Сергеевич, магистрант факультета зоотехнии, lewakozubov@yandex.ru

Information about authors

Khoroshailo Tatiana Anatolyevna, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of private animal science and pig breeding, Kuban state agrarian university named after I.T. Trubilina, tatyana_zabai@mail.ru

Serduchenko Irina Vladimirovna, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of microbiology, virology and epizootology, Kuban state agrarian university named after I.T. Trubilina, 79184370664@yandex.ru

Kozubov Aleksey Sergeevich, master's student of the faculty of animal science, Kuban state agrarian university named after I.T. Trubilina, lewakozubov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 31.01.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 31.01.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с. 76-83
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 76-83

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 636.22/28/082

Научная статья

DOI: 10.36508/RSATU.2022.95.64.009

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МОЛОКА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ РАЗЛИЧНОГО ЭКОГЕНЕЗА, ПРОИЗВОДИМОГО В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Любовь Георгиевна Хромова¹✉, Светлана Евгеньевна Мирошина², Сергей Евгеньевич Мирошин³, Нина Ивановна Морозова⁴

^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

³ ООО «Агропромышленный комплекс «Русь», с. Житово, Рыбновский район, Рязанская область, Россия

⁴ Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

¹ hromovva@yandex.ru

² smiroshina@mail.ru

³ smiroshina@mail.ru

⁴ n.morozova53@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований явилось изучение качества, безопасности и соответствия требованиям действующих стандартов молока коров голштинской породы различного экогенеза, производимого в условиях интенсивной технологии.

Методология. Научный эксперимент был проведен в условиях ООО «Агропромышленный комплекс «Русь» Рязанской области. Объектом исследования послужило молоко трех групп коров-первотелок: первая и вторая группы – животные, завезенные соответственно из Нидерландов и Венгрии, третья – собственной репродукции. Оценку компонентов молока проводили с помощью инфракрасной спектроскопии, свойства и санитарно-гигиенические показатели – методами испытаний, рекомендованными ГОСТ Р 52054-2003.

Результаты. Молоко коров имело высокую концентрацию сухих веществ, СОМО, белков, лактозы и сравнительно небольшую – жира. Выявлено оптимальное содержание кальция (123,37-125,25 мг/100г) и повышенное фосфора (88,47-86,63 мг/100г). Показатели плотности и титруемой кислотности при несущественном различии соответствовали требованиям ГОСТ Р 52054 для молока высшего сорта; в пределах установленной величины находилась активная кислотность. Параметры сычужной свертываемости и термостабильности свидетельствовали в целом о пригодности молока к технологической обработке. Несколько лучшей термостойкостью отличалось молоко животных, завезенных из Нидерландов: группа термоустойчивости их образцов была выше относительно венгерских и отечественных сверстниц соответственно на 0,66 и 0,65 ($P > 0,05$). Незначительное преимущество по сычужной свертываемости имело молоко отечественных коров. Показатели КМАФАнМ и концентрация соматических клеток соответствовали принятым критериям для молока высшего сорта.

Заключение. Установлено, молоко первотелок голштинской породы различного экогенеза, произведенное в условиях интенсивной технологии, при несущественном различии, имеет высокую пищевую ценность, санитарно-гигиенические показатели и хорошую технологичность, а по референтным критериям, указанным ГОСТ Р 52054-2003 на сырое молоко, соответствует высшему сорту. Содержание отдельных компонентов молока (массовая доля жира, концентрация и соотношение



кальция и фосфора) требует корректировки рационов коров.

Ключевые слова: молоко, голштинская порода, экогенез, состав, свойства, безопасность, рацион

Для цитирования: Хромова Л.Г., Мирошина С.Е., Мирошин С.Е., Морозова Н.И. Комплексная оценка молока коров голштинской породы различного экогенеза, производимого в условиях интенсивной технологии // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 76-83. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.95.64.009>

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

COMPREHENSIVE EVALUATION OF MILK OF HOLSTEIN CLAWS OF VARIOUS ECOGENESIS PRODUCED UNDER CONDITIONS OF INTENSIVE TECHNOLOGY

Lyubov G. Khromova¹✉, Svetlana E. Miroshina², Sergey E. Miroshin³, Nina I. Morozova⁴

^{1, 2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia

³ LLC Agroindustrial Complex "Rus", from Zhitovo, Rybnovsky district, Ryazan region, Russia

⁴ Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan

¹ hromovva@yandex.ru

² smiroshina@mail.ru

³ smiroshina@mail.ru

⁴ n.morozova53@yandex.ru

Annotation.

Problem and purpose. The purpose of the research was to study the quality, safety and compliance with the requirements of the current standards of milk of Holstein cows of various ecogenesis produced in conditions of intensive technology.

Methodology. The scientific experiment was conducted in the conditions of LLC "Agro-industrial complex "Rus" of the Ryazan region. The object of the study was the milk of 3 groups of first-calf cows: the first and second – animals imported respectively from the Netherlands and Hungary, the third - their own reproduction. Evaluation of milk components was carried out using infrared spectroscopy, properties and sanitary and hygienic indicators

Results. Cows' milk had a high concentration of solids, SOMO, proteins, lactose and relatively little fat. The optimal content of calcium (123.37-125.25 mg/100g) and increased phosphorus (88.47-86.63 mg/100g) were revealed. The indicators of density and titrated acidity with an insignificant difference corresponded to the requirements of GOST R 52054 for premium milk, the active acidity was within the established value. The parameters of rennet coagulability and thermal stability generally testified to the suitability of milk for processing. Milk of animals imported from the Netherlands was slightly better heat resistance: the group of thermal stability of their samples was higher relative to Hungarian and domestic peers, respectively, by 0.66 and 0.65 ($P > 0.05$). Milk of domestic cows had a slight advantage in assessing rennet coagulability. The indicators of KMAFAnM and the concentration of somatic cells corresponded to the accepted criteria for premium milk.

Conclusion. It has been established that the milk of Holstein heifers of various ecogenesis, produced under conditions of intensive technology, with an insignificant difference, has a high nutritional value, sanitary and hygienic indicators and good manufacturability, and according to the reference criteria specified by GOST R 52054-2003 for raw milk, corresponds to the highest grade. The content of individual components of milk (mass fraction of fat, concentration and ratio of calcium and phosphorus) require adjustment of cow diets.

Keywords: milk, Holstein, breed, ecogenesis, composition, properties, safety, diet

For citation: Khromova L.G., Miroshina S.E., Miroshin S.E., Morozova N.I. Complex evaluation of milk of Holstein cows of various ecogenesis produced under conditions of intensive technology // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, No. 1. P. 76-83. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.95.64.009>

Введение

Увеличение производства высококачественного молочного сырья является одной из основных задач агропромышленного комплекса России [1-3]. Большое влияние на решение этой проблемы оказывают крупные молочные предприятия, оснащенные высокотехнологичным оборудованием. Молочное стадо, как основное средство произ-

водства, формируется на современных комплексах, чаще всего, животными голштинской породы, завезенными из западноевропейских стран и животными собственной репродукции. В настоящее время она составляет более четверти молочного скота России [4-5].

Высокопродуктивные животные, обладая повышенным метаболизмом, очень требовательны



к составу рационов и качеству кормов. Кроме того, процесс адаптации импортируемых животных связан с повышенной нагрузкой на организм [5]. Следует отметить, что, имея некоторые отличительные черты в разных природно-экономических условиях, в целом голштины сохраняют высокую молочную продуктивность и технологичность [6-12]. Однако комплексного изучения состава, свойств и безопасности молока коров голштинской породы различного происхождения, произведенного в условиях интенсивной технологии, соответствия его требованиям действующих стандартов не проводилось, что и обусловило цель нашей научной работы.

Материал и методы исследований

Научный эксперимент был проведен в условиях ООО «Агропромышленный комплекс «Русь», крупнейшего производителя молочного сырья в Рязанской области. Среднегодовой удой по стаду голштинской породы (2000 гол) молочного комплекса сельхозпредприятия составил 8250 кг. Объектом изучения послужило молоко трех групп (по 20 голов) коров-первотелок, сформированных методом парных аналогов с учетом даты и возраста первого отела, происхождения и живой массы. В каждую группу было включено потомство не менее четырех быков-осеменителей. Отобранное поголовье обозначили следующим образом: первая и вторая опытные группы – животные, завезенные соответственно из Нидерландов и Венгрии, третья (контрольная) – собственной репродукции. Подконтрольное поголовье содержалось одинаково в условиях беспривязной технологии.

Показатели молочной продуктивности первотелок изучили по данным контрольных доений согласно ГОСТ Р 57878-2017. Оценку компонентов молока проводили во второй период лактации коров (101–200 день) методом инфракрасной спектроскопии с помощью комбинированной систе-

мы CombiFoss FT+ согласно ГОСТ 32255-2013. Количество кальция и фосфора выявили способом озольнения (ГОСТ 26570-95 и ГОСТ 26657-97). Физико-химические и технологические свойства, санитарно-гигиенические показатели молока установили методами испытаний, установленными действующими стандартами в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003. Полученная в ходе исследований цифровая биоинформация прошла статистическую обработку с применением ПЭВМ и программного приложения Microsoft Excel. Достоверность полученной разности выявили на основании общепринятых рекомендаций, принимая порог вероятности $V^1 = 0,95$, с уровнем статистической достоверности $P < 0,05$.

Результаты исследований

Установлена высокая молочная продуктивность первотелок голштинской породы за нормированную лактацию (табл. 1). Удой импортированных животных был практически одинаков. Первотелки местной репродукции по этому показателю незначительно уступали сверстницам, завезенным из Нидерландов на 640 ($P > 0,05$) и Венгрии на 611 кг ($P > 0,05$). Заметных отличий по коэффициенту устойчивости лактационной кривой не выявлено.

Качество молока в значительной мере зависит от структуры компонентов, которые определяют его пищевую ценность, обуславливают свойства, выход молочной продукции и сортность. В настоящее время установлено более 2000 природных веществ молока [13]. Самой значимой в питательном отношении является сухое вещество (СВ). Для оценки безопасности молока учитывают сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), в который входят все наиболее постоянные составные части, исключая жир. По установленным нормативам этот показатель должен быть не менее 8,2 %.

Таблица 1 – Молочная продуктивность, компоненты молока коров и их соотношение

Показатель	Группа		
	I (Нидерланды)	II (Венгрия)	III (Россия)
Удой за нормированную лактацию, кг	9060±319,1	9031±313,1	8420±220,7
Степень персистентности лактации	96,2±0,52	97,2±0,54	98,5±0,39
Массовая доля СВ, %	12,80±0,097	12,72±0,054	12,80±0,144
Массовая доля СОМО, %	8,95±0,061	8,97±0,039	8,99±0,064
Массовая доля лактозы, %	4,83±0,036	4,82±0,027	4,83±0,046
Массовая доля жира, %	3,85±0,053	3,75±0,033	3,81±0,092
Массовая доля общих белков, %	3,33±0,038	3,34±0,027	3,37±0,046
в т.ч. казеиновых	2,65±0,043	2,66±0,022	2,67±0,058
сывороточных	0,68±0,029	0,68±0,024	0,70±0,029
Концентрация кальция, мг/100 г	124,05±3,209	123,37±1,054	125,25±3,038
Концентрация фосфора, мг/100 г	86,63±1,238	88,05±1,442	88,47±1,651
Коэффициент соотношения казеиновых и сывороточных белков	4,0±0,15	4,1±0,17	4,0±0,20
Коэффициент соотношения кальция и фосфора	1,43±0,045	1,40±0,047	1,44±0,050



Результаты исследований молока первотелок голштинской породы различного экогенеза на 4-6 месяцах лактирования свидетельствовали о высокой концентрации в нем сухих веществ, СОМО, в том числе входящих в него белков, лактозы и сравнительно небольшой жира.

Выработку высокобелковых молочных продуктов и, особенно, сыров с заданными свойствами можно произвести только из молока высокого качества [14-15]. Концентрация белков в нём должна быть не менее 3,1 %, а казеиновых фракций – 2,6 %. Рекомендованное соотношение казеиновых и сывороточных белков – 4:1 [15-16]. Следует отметить, что исследуемые образцы молока подконтрольного поголовья имели соответствующий комплекс общих белков, оптимальное содержание и соотношение основных его фракций.

Кальций и фосфор являются важнейшими незаменимыми макроэлементами, их концентрация в молоке зависит в большей степени от сбалансированности минерального питания коров. В составе молока они находятся также в уравновешенном относительно друг друга состоянии и, что очень важно, в легкоусваиваемой форме. По данным А. Тёпел [13] содержание кальция в молоке составляет 1,00-1,40 г/дм³, в среднем 1,20 г/дм³. Это обуславливает высокую биологическую ценность молока и сыра, как пищевого продукта с большим природным содержанием этого макроэлемента. Без использования в питании молока и молочных продуктов полноценно удовлетворить потребность человека в кальции труд-

но и даже невозможно. Фосфора содержится в молоке в среднем 0,70 г/дм³. Поскольку фосфор входит в состав очень многих продуктов, его недостаток в организме не обнаруживается. По литературным данным оптимальное соотношение фосфор:кальций (для детей старшего возраста и взрослых) составляет в пределах 1:1,8-2,0 [13].

Следует отметить – эти минеральные компоненты коровьего молока, особенно кальций, выполняют свертывающее действие в технологическом процессе, обуславливают буферные свойства, способствуют стабилизации коллоидного состояния белков. По нашим данным при несущественном межгрупповом отличии молоко коров исследуемых генотипов имело достаточное содержание кальция, но повышенное фосфора, в результате соотношение этих макроэлементов было несколько ниже обоснованной нормы.

Свойства молока как высокодисперсной структуры формируются содержанием, степенью дисперсности и взаимовлиянием его составных частей. Референтные пределы наиболее значимых из них – плотности и титруемой кислотности – контролируются по требованию ГОСТ Р 52054 ежедневно в каждой партии молока. Следует отметить, что все образцы молока, при несущественном межгрупповом различии по этим показателям, соответствовали установленным национальным стандартом критериям для высшего сорта на сырое молоко, в пределах принятой величины находилась активная кислотность (табл. 2).

Таблица 2 – Свойства молока коров

Показатель	Группа		
	I (Нидерланды)	II (Венгрия)	III (Россия)
Биохимические и физические			
Кислотность: активная, ед. рН	6,55±0,012	6,56±0,010	6,58±0,011
Титруемая, °Т	17,8±0,14	17,6±0,11	17,4±0,11
Плотность, °А	28,74±0,314	28,3±0,256	28,6±0,298
Технологические			
Объемная часть этанола, в составленном растворе, %	73,94±0,780	72,53±0,522	72,74±0,734
Термостабильность, группа	2,35±0,291	3,01±0,212	3,00±0,0,268
Доля образцов молока, соответствовавших требованиям производства продуктов, %:			
стерилизованных	68,3	60	63
лечебно-профилактического питания	50,0	38,33	43
Сычужно-бродильная проба, класс	1,70±0,144	1,77±0,122	1,65±0,119

Выработка молочных продуктов проводится с использованием высоких температур: от 110 до 148° С. Термоустойчивость молока ограничивает режимы высокотемпературной обработки. Поэтому это свойство контролируется ежедневно в каждой партии сырого молока, поступающего на перерабатывающее предприятие, с использованием алкогольной пробы по ГОСТ 25228-82. Примене-

ние нами данного метода выявило достаточно высокую объемную часть эталона в составленном растворе, не приводящего к коагуляции белков испытуемых образцов и, соответственно, довольно высокую группу термоустойчивости молока подконтрольного поголовья.

Несколько лучшей термостабильностью характеризовалось молоко животных, завезенных из



Нидерландов: группа термоустойчивости их образцов была выше, чем у сверстниц, завезенных из Венгрии и животных собственной репродукции соответственно на 0,66 и 0,65 ($P > 0,05$). Термостабильность 41 пробы (68,3 %) молока коров этой группы отвечала требованиям, предъявляемым к молочному сырью при производстве стерилизованных продуктов (I-III группа), а 30 образцов (50 %) – лечебно-профилактического питания (I-II группа). Среди венгерских сверстниц таким критериям соответствовало 36 образцов (60 %) и 23 образца (38,33 %) и отечественных – 38 образцов (63 %) и 26 образцов (43 %). В первой группе животных выявлено 7 (11,7 %) нетермостабильных проб молока, во второй и третьей соответственно 9 проб (15 %) и 8 проб (13,3 %) (рис. 1).

Способность казеиновых белков молока к свертыванию под действием сычужного фермента и микроорганизмов сырого молока является важным технологическим свойством, которое необходимо при выработке сыров [15-17]. В этой связи для определения сыропригодности молочного сырья рекомендуется постановка сычуж-

но-броидильной пробы по ГОСТ 32901-2014. Этот интегральный метод даёт возможность выявить способность молока к коагуляции и оценить качество образованного сгустка, а также получить предположительную информацию о его бактериальной загрязненности. Анализ итогов постановки сычужно-броидильной пробы, проведенной после 12-часового термостатирования при температуре 38° С образцов, свидетельствовал о достаточно хорошей сыропригодности исследуемого молока и незначительном преимуществе по этому показателю у отечественных первотелок. Оценки качества «хорошее» и «удовлетворительное» (соответственно I и II класс), считающиеся пригодными для производства сыров, получили 53 образца (88,33 %) молока первотелок собственной репродукции, 50 образцов (83 %) – животных нидерландской селекции и 49 образцов (81,7%) – венгерской (рис. 2). Непригодных для сыроделия, с оценкой качества «неудовлетворительное» (III класс), выявлено у отечественных первотелок 7 проб молока (11,7 %), венгерских соответственно – 11 проб (18,3 %) и нидерландских – 10 проб (16,7 %).

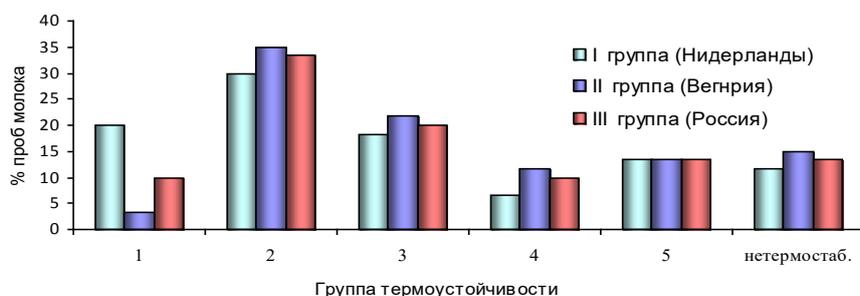


Рис. 1 – Оценка термостабильности молока первотелок по алкогольной пробе (Assessment of thermal stability of cow's milk by alcohol sample)

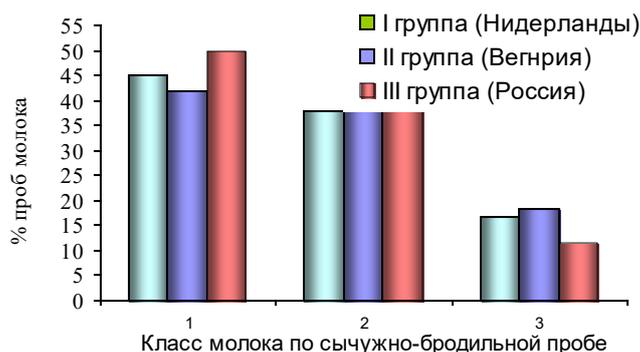


Рис. 2 – Оценка молока первотелок по результатам сычужно-броидильной пробы (Evaluation of cow milk based on the results of rennet-fermentation test)

Значимыми критериями для оценки безопасности молочного сырья и анализа вероятности формирования различных стадий маститов является уровень концентрации в нём соматических клеток и общая бактериальная обсемененность (КМАФАнМ) [17-18]. Большое влияние на санитарно-гигиеническое состояние молока оказывает доильно-молочное оборудование и четкое соблюдение всех установленных правил его об-

работки, хранения и транспортирования [19-20]. Следует отметить, молоко коров подконтрольного поголовья, произведенное в условиях высокотехнологичного молочного комплекса и культуры производства, по этим показателям соответствовало требованиям национального стандарта для высшего сорта на сырое молоко и косвенно свидетельствовало об отсутствии болезни вымени маститом (табл. 3).



Таблица 3 – Санитарно-гигиенические показатели молока коров

Показатель	Требования ГОСТ Р 52054 для высшего сорта	Группа		
		I (Нидерланды)	II (Венгрия)	III (Россия)
Концентрация соматических клеток тыс./ 1 см ³	не более 100	97,3±10,2	98,2±11,1	97,0±8,3
КМАФАнМ, тыс. КОЕ/см ³	не более 250	147,0±9,51	175,8±6,74	160,8±9,92

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что молоко первотелок голштинской породы различного экогенеза, произведенное в условиях интенсивной технологии, при несущественном различии, имеет высокую пищевую ценность, санитарно-гигиенические показатели и хорошую технологичность, а по референтным критериям, установленным ГОСТ Р 52054-2003 на сырое молоко, соответствует высшему сорту. Содержание отдельных компонентов молока (массовая доля жира, концентрация и соотношение кальция и фосфора) требуют корректировки рационов коров.

Список источников

1. Жебит, М. Союзмолоко подводит итоги / М. Жебит // Переработка молока. – 2022. – № 1(267). – С. 38-39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47715908>

2. Серегин, С.Н. Новая модель экономического развития: планы и реальность / С.Н. Серегин // Переработка молока. – 2022. – № 1(267). – С. 82-87. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47715927>.

3. Лещуков, К. А. На пути к качественному молоку / К. А. Лещуков // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 6(87). – С. 66-72. DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.6.66 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44385756>

4. Терновых, К.С. Оценка эффективности функционирования молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях ЦЧР / К. С. Терновых, Ю. А. Китаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14. – № 3(70). – С. 141-146. DOI 10.53914/issn2071-2243_2021_3_141 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47403405>

5. Khromova, L.G. Lactation and reproductive functions of Holstein cows in conditions of intensive technology / L.G. Khromova, N.V. Bailova, N.A. Kudinova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – No 6. – P. 1467-1476. URL: <https://yandex.ru/search/?text>

6. Особенности селекции голштинского скота из североевропейских стран / С. Е. Тяпугин, Р. К. Мещеров, В. П. Ходыков [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 6. – С. 2-6. DOI 10.33943/MMS.2021.57.41.001 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47193071>

7. Антал, Л. Продуктивность голштинского скота в Венгрии в 2020 году / Л. Антал // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 5. – С. 48. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46455714>

8. Продуктивность коров-первотелок голштинской породы разного происхождения с уче-

том условий содержания и кормления / В.В. Ляшенко, И.В. Каешова, А. В. Губина, Н. В. Сичкар // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 91-98. DOI 10.36461/NP.2020.2.55.014 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44088432>

9. Шендаков, А. И. Реализация продуктивных признаков молочного скота в хозяйствах Орловской области / А. И. Шендаков // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 5(92). – С. 73-77. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.5.73 URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47212557_-77043740.pdf

10. Новокшанова, А. Л. Производство и качество молока коровьего сырого в Вологодской области / А. Л. Новокшанова, А. А. Кузин, Н. А. Медведева // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 4(44). – С. 158-168. DOI 10.52231/2225-4269_2021_4_158 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47503481>

11. Егорашина, Е. В. Реализация родительских индексов продуктивности коров разных молочных пород в стаде племязавода ЗАО "Агрофирма "Пахма" / Е. В. Егорашина, Р. В. Тамарова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2020. – № 1(30). – С. 97-102. DOI 10.35523/2307-5872-2020-30-1-97-102 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44156928>

12. Milk productivity and technological properties of the milk from the holstein and black-motley cows / E. A. Babich, Z. S. Zhaksumbay, L. Y. Ovchinnikova, A. A. Ovchinnikov // Periodico Tche Quimica. – 2020. – Vol. 17. – No 36. – P. 278-290. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45101720>

13. Тёпел, А. Химия и физика молока / А. Тёпел; пер. с нем. под ред. С.А. Фильчаковой. - Санкт-Петербург : Изд-во Профессия, 2012. - 831 с. : ил.; 24 см. - (Научные основы и технологии); ISBN 978-5-904757-34-2. URL: https://www.studmed.ru/tepel-a-himiya-i-fizika-moloka_d3c5ffd7479.html

14. Бельков, Г. И. Создание сырьевой базы в молочном скотоводстве для производства сыра / Г. И. Бельков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (74). – С. 246-248. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36716479>

15. Кашина, Е. Д. С чего начинается сыр? / Е. Д. Кашина // Сыроделие и маслоделие. – 2021. – № 4. – С. 7-9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46416612>

16. Шагалиев, Ф. М. Молочная продуктивность, технологические качества и сыропригодность молока коров разных генотипов / Ф. М. Шагалиев // Зоотехния. – 2021. – № 12. – С. 34-38. DOI 10.25708/ZT.2021.15.82.010 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47318141>

17. Морфологический состав соматических



клеток в молоке коров как критерий оценки здоровья молочной железы в связи с продуктивностью и компонентами молока / А. А. Сермягин, И. А. Лашнева, А. А. Косицин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 6. – С. 1183-1198. DOI 10.15389/agrobiology.2021.6.1183rus <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47558294>

18. Pavlenko, O. B. Clinical and morphological characteristics at combined pathology of the mammary gland, endometrium at cows and its influence on the protein component of milk / O. B. Pavlenko, L. G. Khromova, I. D. Shelyakin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – No 6. – P. 1912-1917. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36339795>

19. Влияние технологического оборудования первичной обработки на качественные показатели молока / М. М. Карпеня, В. Н. Под-

рез, А. М. Карпеня [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2021. – Т. 57. – № 3. – С. 65-69. DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-65-69 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47220994>

20. Ananeva, T. Optimization of quality indicators of raw milk and dairy products / T. Ananeva, V. Ostroukhova // E3S Web of Conferences : International Conference "Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic" (EFSC2021), Doushanbe, Republic of Tadjikistan, 29–31 марта 2021 года. – Doushanbe, Republic of Tadjikistan: E3S Web of Conferences, 2021. – P. 06007. DOI 10.1051/e3sconf/202128206007 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46281259>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. ZHebit, M. Soyuzmoloko podvodit itogi / M. ZHebit // Pererabotka moloka. – 2022. – № 1(267). – S. 38-39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47715908>

2. Seregin, S.N. Novaya model' ekonomicheskogo razvitiya: plany i real'nost' / S.N. Seregin // Pererabotka moloka. – 2022. – № 1(267). – S. 82-87. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47715927>

3. Leshchukov, K. A. Na puti k kachestvennomu moloku / K. A. Leshchukov // Vestnik agrarnoy nauki. – 2020. – № 6(87). – S. 66-72. DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.6.66 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44385756>

4. Ternovyh, K.S. Ocenka effektivnosti funkcionirovaniya molochnogo skotovodstva v sel'skohozyajstvennyh organizatsiyah CCHR / K. S. Ternovyh, YU. A. Kitaev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – Т. 14. – № 3(70). – S. 141-146. DOI 10.53914/issn2071-2243_2021_3_141 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47403405>

5. Khromova, L. G. Lactation and reproductive functions of Holstein cows in conditions of intensive technology / L. G. Khromova, N. V. Bailova, N. A. Kudinova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – No 6. – P. 1467-1476. URL: <https://yandex.ru/search/?text>

6. Osobennosti selekcii golshtinskogo skota iz severoevropejskikh stran / S. E. Tyapugin, R. K. Meshcherev, V. P. Hodykov [i dr.] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2021. – № 6. – S. 2-6. DOI 10.33943/MMS.2021.57.41.001 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47193071>

7. Antal, L. Produktivnost' golshtinskogo skota v Vengrii v 2020 godu / L. Antal // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2021. – № 5. – S. 48. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46455714>

8. Produktivnost' korov-pervotelok golshtinskoj porody raznogo proiskhozhdeniya s uchetom uslovij soderzhaniya i kormleniya / V.V. Lyashenko, I.V. Kaeshova, A. V. Gubina, N. V. Sichkar // Niva Povolzh'ya. – 2020. – № 2(55). – S. 91-98. DOI 10.36461/NP.2020.2.55.014 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44088432>

9. SHendakov, A. I. Realizatsiya produktivnyh priznakov molochnogo skota v hozyajstvakh Orlovskoy oblasti / A. I. SHendakov // Vestnik agrarnoy nauki. – 2021. – № 5(92). – S. 73-77. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.5.73 URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47212557-77043740.pdf

10. Novokshanova, A. L. Proizvodstvo i kachestvo moloka korov'ego syrogo v Vologodskoj oblasti / A. L. Novokshanova, A. A. Kuzin, N. A. Medvedeva // Molochnohozyajstvennyj vestnik. – 2021. – № 4(44). – S. 158-168. DOI 10.52231/2225-4269_2021_4_158 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47503481>

11. Egorashina, E. V. Realizatsiya roditel'skikh indeksov produktivnosti korov raznykh molochnykh porod v stade plemzavoda ZAO "Agrofirma "Pahma" / E. V. Egorashina, R. V. Tamarova // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. – 2020. – № 1(30). – S. 97-102. DOI 10.35523/2307-5872-2020-30-1-97-102 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44156928>

12. Milk productivity and technological properties of the milk from the holstein and black-motley cows / E. A. Babich, Z. S. Zhaksumbay, L. Y. Ovchinnikova, A. A. Ovchinnikov // Periodico Tche Quimica. – 2020. – Vol. 17. – No 36. – P. 278-290. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45101720>

13. Tyopel, A. Himiya i fizika moloka / A. Tyopel; per. s nem. pod red. S.A. Fil'chakovoj. - Sankt-Peterburg : Izd-vo Professiya, 2012. - 831 s. : il.; 24 sm. - (Nauchnye osnovy i tekhnologii); ISBN 978-5-904757-34-2. URL: https://www.studmed.ru/tepel-a-himiya-i-fizika-moloka_d3c5ffd7479.html



14. Bel'kov, G. I. Sozdanie syr'evoy bazy v molochnom skotovodstve dlya proizvodstva syra / G. I. Bel'kov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 6 (74). – S. 246-248. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36716479>

15. Kashina, E. D. S chego nachinaetsya syr? / E. D. Kashina // Syrodellie i maslodellie. – 2021. – № 4. – S. 7-9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46416612>

16. SHagaliev, F. M. Molochnaya produktivnost', tekhnologicheskie kachestva i syroprigodnost' moloka korov raznyh genotipov / F. M. SHagaliev // Zootekhniya. – 2021. – № 12. – S. 34-38. DOI 10.25708/ZT.2021.15.82.010 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47318141>

17. Morfologicheskij sostav somaticheskikh kletok v moloke korov kak kriterij ocenki zdorov'ya molochnoj zhelezy v svyazi s produktivnost'yu i komponentami moloka / A. A. Sermyagin, I. A. Lashneva, A. A. Kosicin [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2021. – T. 56. – № 6. – S. 1183-1198. DOI 10.15389/agrobiology.2021.6.1183rus <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47558294>

18. Pavlenko, O. B. Clinical and morphological characteristics at combined pathology of the mammary gland, endometrium at cows and its influence on the protein component of milk / O. B. Pavlenko, L. G. Khromova, I. D. Shelyakin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – No 6. – P. 1912-1917. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36339795>

19. Vliyanie tekhnologicheskogo oborudovaniya pervichnoj obrabotki na kachestvennye pokazateli moloka / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, A. M. Karpenya [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2021. – T. 57. – № 3. – S. 65-69. DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-65-69 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47220994>

20. Ananeva, T. Optimization of quality indicators of raw milk and dairy products / T. Ananeva, V. Ostroukhova // E3S Web of Conferences : International Conference "Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic" (EFSC2021), Doushanbe, Republic of Tadjikistan, 29–31 marta 2021 goda. – Doushanbe, Republic of Tadjikistan: E3S Web of Conferences, 2021. – P. 06007. DOI 10.1051/e3sconf/202128206007 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46281259>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Хромова Любовь Георгиевна, д-р с.-х. наук, профессор кафедры частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, hromovva@yandex.ru

Мирошина Светлана Евгеньевна, аспирант кафедры частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, smiroshina@mail.ru

Мирошин Сергей Евгеньевич, зоотехник, ООО «Агропромышленный комплекс «Русь» Пителинского района Рязанской области, smiroshina@mail.ru

Морозова Нина Ивановна, доктор с.-х. наук, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, n.morozova53@yandex.ru

Information about the authors

Khromova Lyubov Georgievna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Private Animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, hromovva@yandex.ru

Miroshina Svetlana Evgenievna, Postgraduate student of the Department of Private Animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, smiroshina@mail.ru

Miroshin Sergey Evgenyevich, zootechnician, LLC "Agro-industrial complex "Rus" of the Pitelinsky district of the Ryazan region, smiroshina@mail.ru

Morozova Nina Ivanovna, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, n.morozova53@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 07.02.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 07.02.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 11.03.2022.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.2:636.082
DOI: 10.36508/RSATU.2022.73.65.010

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛЕМЕННОГО СТАДА СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ПО ОСНОВНЫМ СЕЛЕКЦИОНИРУЕМЫМ ПРИЗНАКАМ

Мухамед Музачирович Шахмурзов¹, Анатолий Фоадович Шевхужев²✉, Нина Владимировна Коник³, Екатерина Ряшитовна Гостева⁴, Жанна Туземовна Алагирова⁵

¹Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, г. Нальчик, Россия

²Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Ставропольский край, Россия

³Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

⁴Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, г.Саратов, Россия

⁵Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Россия

²shevkhuzhevaf@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Цель исследований – изучить племенные и продуктивные качества симментальского скота, завезенного из Воронежской области, в условиях Карачаево-Черкесской Республики.

Методология. Объект и место исследований: маточное поголовье симментальской породы, принадлежащее племенному репродуктору по разведению животных симментальской породы СПК племенной завод «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики.

Продуктивные и воспроизводительные качества коров анализировали по материалам зоотехнического и племенного учета, а также базы данных «СЕЛЭКС. Молочный скот».

Результаты. Установлено, что из всего маточного поголовья животных доминирующим было представительство класса элита-рекорд, которое составило 93 %, остальные 7 % – особи класса элита. По всем группам первотелок зарегистрирован удой на уровне 5114 кг с содержанием жира в молоке 4,03 %, белка – 3,43 %; количество молочного жира 204 кг и молочного белка 175 кг, причем независимо от групповой принадлежности первотелок по удою за лактацию они значительно превосходили минимальные требования для коров симментальской породы соответствующей лактации. Межлинейные различия по продуктивности сводились к тому, что особи самой малочисленной линии – Целот (5 гол.) характеризовались высокой молочностью, которая достигала 6043 кг молока против 4997 ($P>0,999$) и 5055 ($P>0,999$) кг – у сверстниц линий Хонига 803610032 и Вис БэкАйдиала 1013415, причем последние оказались более жирно- и белковомолочными, у них эти показатели были выше в среднем на 0,14-0,27 абс. процентов. Независимо от молочной продуктивности групп коров все поголовье отличалось оптимальными значениями воспроизводительной способности: сервис-период – 56-86 дней и межотельный интервал – 338-368 дней. Потомство отелившихся коров характеризовалось интенсивным ростом во все периоды выращивания.

Заключение. Анализ племенных и продуктивных качеств симментальского скота в племенном репродукторе СПК племенной завод «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики свидетельствует о налаженной селекционно-племенной работе в стаде, возможностях дальнейшего роста продуктивности и повышения рентабельности производства молока.

Ключевые слова: симментальская порода, племенной репродуктор, продуктивность, классный состав, воспроизводство, рост молодняка.

Для цитирования: Шахмурзов М.М., Шевхужев А.Ф., Коник Н.В., Гостева Е.Р., Алагирова Ж.Т. Характеристика племенного стада симментальской породы по основным селекционируемым признакам. // Вестник Рязанского агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т. 14, №1. С 84- 91 doi10.36508/RSATU.2022.73.65.010

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

CHARACTERISTICS OF THE BREEDING HERD OF THE SIMMENTAL BREED ACCORDING TO THE MAIN SELECTED CHARACTERISTICS

Mukhamed M. Shakhmurzov¹, Anatoly F. Shevkhuzhev²✉, Nina V. Konik³, Ekaterina R. Gosteva⁴, Zhanna T. Alagirova⁵

© Шахмурзов М. М., Шевхужев А. Ф., Коник Н. В., Гостева Е. Р., Алагирова Ж. Т. 2022 г.



¹Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik, Russia

²North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Stavropol region, Russia

³Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

⁴Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov, Russia

⁵Kabardino-Balkarian State University named after X.M. Berbekov, Nalchik, Russia

²shevkhuzhevaf@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research is to study the breeding and productive qualities of Simmental cattle in the conditions of the Karachay-Cherkess Republic imported from the Voronezh region.

Methods. The object and place of research: the breeding stock of the Simmental breed belonging to the breeding reproducer for breeding animals of the Simmental breed SEC breeding plant «Zarya-1» of the Karachay-Cherkess Republic. The productive and reproductive qualities of cows were analyzed based on the materials of zootechnical and breeding records, as well as the database «SELEX. Dairy cattle».

Results. It was found that out of the entire breeding stock of animals, the representation of the elite-record class was dominant, which amounted to 93%, the remaining 7% were individuals of the elite class. For all groups of first heifers, milk yield was registered at the level of 5114 kg with a fat content in milk of 4,03%, protein – 3,43%, the amount of milk fat of 204 kg and milk protein of 175 kg, and regardless of the group affiliation of first heifers, they significantly exceeded the minimum requirements for cows of the Simmental breed of the corresponding lactation. The interline differences in productivity were reduced to the fact that individuals of the smallest line – Celotes (5 heads) were characterized by high maleness, which reached 6043 kg of milk against 4997 ($P>0,999$) and 5055 ($P>0,999$) kg - in the peers of the Honiga 803610032 and Vis Back Idial 1013415 lines, and the latter turned out to be more fatty and protein-dairy, in which these indicators were higher on average by 0,14-0,27 abs. percent. Regardless of the dairy productivity of groups of cows, all livestock differed in optimal values of reproductive capacity: the service period was 56-86 days and the interbody interval was 338-368 days. The offspring of calved cows were characterized by intensive growth during all periods of cultivation.

Conclusion. The analysis of breeding and productive qualities of Simmental cattle in the breeding reproducer of the SEC breeding plant «Zarya-1» of the Karachay-Cherkess Republic testifies to the well-established breeding work in the herd, the possibilities of further productivity growth and increasing the profitability of milk production.

Key words: simmental breed, breeding reproducer, productivity, class composition, reproduction, growth of young animals.

For citation: Shakhmurzov M.M, Shevkhuzhev A.F., Konik N.V., Gosteva E.R., Alagirova Zh.T. Characteristics of the breeding herd of the simmental breed according to the main selected characteristics. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14 (1)C. 84-91 (in Russ.) doi10.36508/RSATU.2022.73.65.010

Введение

Одной из самых распространенных пород крупного рогатого скота комбинированного направления продуктивности, разводимой на территории нашей страны, США и Европы, является симментальская, которая приспособлена к содержанию, практически, на всех континентах планеты. Вместе с тем генетический потенциал продуктивности животных этой породы реализуется неодинаково вследствие различий в племенной ценности, кормообеспеченности, технологиях содержания и прочих факторов.

В пределах Российской Федерации симментальский скот улучшается как с использованием генофонда российской селекции, так и путем использования семени родственных популяций зарубежной селекции и голштинов, преимущественно красно-пестрой масти.

Использование племенных ресурсов из Австрии и Германии в стадах симментальской породы российской селекции экономически выгодно [1, 2]. Показатели молочной продуктивности дочерей быков зарубежной селекции выше, чем у сверстниц российского происхождения, в среднем по удою на 185,2 кг, содержанию жира в молоке – на 0,04 % и белка – на 0,01 % [3].

Анализ продуктивных качеств коров симментальской породы в племенных репродукторах Белгородской области свидетельствует о высоком генетическом потенциале молочности [Заднепрянский и др., 2014]. Эти животные демонстрируют продуктивность от 5860 кг молока по первой лактации до 6930 кг – по третьей с достаточно высокой жирно- и белкомолочностью.

Наличие родственных племенных популяций симментальского скота в нашей стране, завезенных из Австрии, Германии и др. стран, обусловлено выстроенной общей программой разведения в этих странах, учитывающей экономически важные селекционные признаки. Так, наряду с производством молока и мяса программой предусмотрено внедрение оценки по функциональным качествам скота (фитнес-индекс или индекс здоровья), в первую очередь по таким, как воспроизводство и продуктивное долголетие, или в соотношении молоко/мясо/фитнес — 38/16/46 [5, 6].

Уровень продуктивности племенного скота симментальской породы в Республике Башкортостан составляет 4834 кг, что вызывает необходимость сохранения и совершенствования хозяйственно полезных признаков этих животных как одних из наиболее приспособленных к природно-



климатическим и кормовым условиям региона [7]. Достичь дальнейшего увеличения продуктивных особенностей симменталов предлагается путем внутрипородной селекции, а также скрещиванием с более отселекционированным по молочности и технологичности вымени голштинским скотом.

Как известно, в селекционной работе с молочным скотом предпочтение отдается животным, сочетающим высокую молочную продуктивность и хорошие воспроизводительные качества [8, 9]. О высоких продуктивных и воспроизводительных качествах симментальского скота свидетельствуют исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом [10-12]. Вместе с тем, проведенный анализ воспроизводительных качеств симментальских коров разных зональных типов показал, что между ними существуют достоверные различия по возрасту первого осеменения, продолжительности сервис-периода и межотельного периода [13]. При этом средние значения сервис-периода выше оптимального значения во всех зональных типах, что привело к повышению длительности межотельного периода по сравнению с рекомендуемым значением. Высокое разнообразие признаков воспроизводительных качеств в стадах с высокой численностью говорит о том, что продолжительность сервис- и межотельного периодов можно сократить, введя мониторинг состояния коров во время беременности и после отела.

Проявление хозяйственно-ценных признаков крупного рогатого скота напрямую зависит от адаптации их в зоне разведения, взаимодействия с окружающей средой [14-17], в частности, с кормопроизводством [18].

Цель исследований – изучить племенные и продуктивные качества симментальского скота, завезенного из Воронежской области, в условиях Карачаево-Черкесской Республики.

Материал и методы исследований

Объект и место исследований: маточное поголовье симментальской породы, принадлежащее племенному репродуктору по разведению животных симментальской породы СПК племенной завод «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики.

Примерная структура рациона лактирующих коров по питательности составляет (%): грубые корма – 17, сочные – 37, концентрированные – 31 и отходы технического производства (патока) – 15. Животные были постоянно обеспечены солью и мелом в необходимом количестве. Первотелки

в течение всей лактации были обеспечены питательными веществами на уровне 55 ц энергетических кормовых единиц и 570 кг переваримого протеина на голову.

Продуктивные и воспроизводительные качества коров анализировали по материалам зоотехнического и племенного учета, а также базы данных «СЕЛЭКС. Молочный скот».

Учет удоя проводился ежедневно, массовую долю жира и белка в молоке определяли с использованием анализатора качества молока «Лактан 1-4М». Количество молочного жира и белка за лактацию рассчитывали по общепринятым в зоотехнии формулам. Живую массу коров изучали на 2-3-м месяцах лактации на основании промеров тела – обхват груди за лопатками и косой длины туловища – по таблице Клювер-Штрауха. Индекс молочности определяли путем отношения удоя за лактацию к живой массе.

У молодняка от отелившегося поголовья коров изучена живая масса при рождении, в возрасте 6, 10, 12, 16 и 18 месяцев. Среднесуточные приросты живой массы телок и бычков как в отдельные возрастные периоды, так и за весь период выращивания рассчитаны по данным живой массы.

Схема кормления телок до 6-месячного возраста в стойловый период предусматривала выпойку цельного молока в количестве 320 кг, потребление 6 кг овсянки, 162 кг зерносмеси, 239 кг силоса и 321 кг сена. За весь период выращивания телок им было задано 29 ц энергетических кормовых единиц и 320 кг переваримого протеина на голову, бычков – 38 ц энергетических кормовых единиц и 420 кг переваримого протеина.

Полученный цифровой материал обработан в соответствии с руководством по биометрии [19].

Результаты исследований и их обсуждение

Сведения о породном и классном составе крупного рогатого скота симментальской породы приведены в таблице 1.

Все подопытное маточное поголовье стада симментальской породы является чистопородным и (или) IV поколения. Доминирующее количество животных относится к классу элита-рекорд. Из всего маточного поголовья к нему отнесено 93 %, остальные 7 % – особи класса элита. Распределение на классы среди возрастных групп имеет некоторые отличия. Так, если все поголовье коров отнесено к классу элита-рекорд, то по нетелям таких животных 76,3 %, а с классом элита – 23,7 %.

Таблица 1 – Породный и классный состав крупного рогатого скота симментальской породы

Группа животных	Номер строки	Всего пробонитировано, гол	В том числе				
			Распределено по породности, голов		Распределено по классам, голов		
			Чистопородные и 4 поколения	3 поколения	Элита-рекорд	Элита	1 класс
Всего КРС	1	128	128		119	9	
В том числе быки-производители	2						



Продолжение таблицы 1

Ремонтные бычки от 10 до 18 мес.	3						
Нетели	4	38	38		29	9	
Телки в возрасте 10-12 мес.	5						
Телки в возрасте 12-18 мес.	6						
Телки старше 18 мес.	7						
Коровы	8	90	90		90		

Данные о молочной продуктивности коров по первой законченной лактации свидетельствуют о достаточно высокой продуктивности (табл. 2). Так, средний удой в среднем по всем

группам составил 5114 кг с содержанием жира в молоке 4,03 %, белка – 3,43 %, количество молочного жира 204 кг и молочного белка 175 кг.

Таблица 2 – Продуктивность коров симментальской породы по первой лактации

Группа первотелок по удою за лактацию	n	%	Средний надой по группе, кг	Среднее содержание жира в молоке, %	Количество молочного жира, кг	Среднее содержание белка в молоке, %	Количество молочного белка, кг	Средняя живая масса коров в группе, кг
3501-4000	10	11,1	3695	4,19	154	3,49	129	601-620
4001-4500	18	20,0	4232	4,12	174	3,48	147	621-640
4501-5000	6	6,7	4788	4,07	195	3,44	164	641-660
5001-5500	24	26,7	5286	4,00	211	3,41	180	661-680
5501-6000	18	20,0	5798	3,91	226	3,39	196	681-700
6001-6500	14	15,5	6228	3,88	241	3,36	209	701-720
X	90	100,0	5114	4,03	204	3,43	175	643

Коров с удоем выше 5000 кг имелось в стаде 56 голов или 62,2 %, в том числе с удоем более 6000 кг – 14 голов или 15,5 %. Наибольшее количество коров (26,7 %) имели удой 5286 кг при содержании жира в молоке 4,00% и белка 3,41%. В целом приведенные данные удоя как отдельно по группам, так и по среднему значению всех групп значительно выше минимальных требований для коров симментальской породы по первой лактации – 2800 кг. Наличие первотелок с удоем менее 4500 кг в количестве 28 голов создает предпосылки для дальнейшего увеличения продуктивности стада путем целенаправленного отбора и подбора по величине удоя. Следует отметить, что с увеличением удоев жирномолочность подопытного поголовья снижается. Так, у самой низкопродуктивной группы первотелок стада (3501-4000 кг молока за лактацию) среднее содержание жира в

молоке составило 4,19 % против 3,88 % у самой продуктивной группы (6001-6500 кг). Аналогичная тенденция имела место по содержанию белка в молоке. Высокие качественные показатели молока позволяют производить молочные продукты высокой пищевой ценности с наименьшими затратами на единицу продукции. Группа первотелок с максимальными удоями ожидаемо характеризовалась наибольшим выходом молочного жира и белка за лактацию, что обусловлено высокой обильномолочностью этих животных. Так, количество этой продукции оказалось выше на 87 и 80 кг соответственно, чем у сверстниц из группы 3501-4000 кг молока.

Распределение коров по линейной принадлежности и характеристика их продуктивных качеств представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Продуктивность коров, принадлежащим к разным линиям по первой лактации

Линии	n	Живая масса, кг	Удой, кг	Индекс молочности, кг	Жир, %	Белок, %
		X±mх	X±mх	X±mх	X±mх	X±mх
Вис БэкАйди-ал 1013415	62	640±1,69	5055±110	789,8±17,0	4,09±0,05	3,40±0,01
Хониг 803610032	15	635±3,38	4997±193	787,0±28,6	4,10±0,05	3,41 ±0,02



Продолжение таблицы 3

Страйк 97922326	7	634±5,54	5222±273	824,0±39,4	3,95±0,03	3,40±0,05
Целот	5	651±3,68	6043±165	928,3±24,8	3,83±0,03	3,33±0,03
По стаду:	89	639	5114	799,8	4,07	3,40

Дифференциация коров на линии свидетельствует о преобладающей доле животных, принадлежащих к линии Вис БэкАйдиала 1013415 – 62 гол. или 69,7 % от общего поголовья. К линии Хонига 803610032 отнесено 15 гол. или 16,8 %. Незначительное количество коров отнесено к линиям Страйк 97922326 и Целот, на долю которых приходилось 12 гол. или 13,5 %. Вместе с тем следует отметить, что особи самой малочисленной линии – Целот (5 гол.) характеризовались высокой малочностью, которая достигала 6043 кг молока против 4997 ($P>0,999$) и 5055 ($P>0,999$) кг – у сверстниц линий Хонига 803610032 и Вис БэкАйдиала 1013415. В то же время последние оказались более жирно- и белковомолочными, у них эти показатели

были выше в среднем на 0,14-0,27 абс. процента. Наибольшее производство молока на каждые 100 кг живой массы коровы демонстрировали представительницы линии Целота – 928,3 кг, наименьшее – линий Хонига 803610032 и Вис БэкАйдиала 1013415 – 787,0 и 789,8 кг соответственно. Коровы линии Страйка 97922326 по значениям индекса молочности занимали промежуточное положение между крайними значениями, уступая животным линии Целота в среднем на 104,3 кг ($P>0,95$) и превосходя особей других линий на 34,2-37,0 кг. Данные о взаимосвязи сервис- и межотельного периодов и продуктивности коров приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Взаимосвязь показателей воспроизводительной способности и продуктивности коров

Продуктивность коров, кг	Межотельный период, дней	Сервис-период, дней	Сроки первичных осеменений, дней
< 5000	338	56	40
5001-6000	359	79	40
6001-7000	368	86	40

Независимо от молочной продуктивности групп коров все поголовье отличалось оптимальными значениями воспроизводительной способности. При прочих равных условиях с увеличением удоя от 5000 до 6000 кг межотельный интервал увеличился на 21 день по сравнению с группой, демонстрировавшей удой до 5000 кг, а при дальнейшем

увеличении – свыше 6000 и до 7000 кг – на 30 дней. Продолжительность сервис-периода при повышении удоя увеличилась на 23 и 30 дней соответственно. К концу трехмесячного сервис-периода все поголовье было осеменено.

Данные, характеризующие стельность коров ($n = 90$), приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Стельность коров при первичных и вторичных осеменениях 2020

Показатели	Порядковый номер осеменения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Стельность от плодотворного осеменения, %	45	32	23	-	-	-	-	-
Количество стельных коров с нарастающим итогом, %	45	77	100	-	-	-	-	-

Наибольшее количество коров было осеменено в первые 45 дней после отела и составило 45 %. В дальнейшем – во второй раз – плодотворно осеменено 32 % и в третий – 23 %.

Материалы о возрастном изменении живой массы молодняка симментальской породы приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика выращивания молодняка

Показатель	Возраст, месяцев					
	при рождении	6	10	12	16	18
Живая масса, кг ($X \pm m_x$):						
телки	31	180	282	327	411	450
бычки	35	210	330	390	500	554



Минимальные требования к живой массе по породе, кг:	телки	-	250	290	360	390
	бычки	-	295	350	450	500
В % от минимальных требований по живой массе, кг:	телки	-	112,8	112,8	114,2	115,4
	бычки	-	111,9	111,4	111,1	110,8
Среднесуточный прирост живой массы за период, г (X±mх):	телки	-	828	738	688	639
	бычки	-	961	984	902	885

Хозяйство ориентируется на интенсивные методы выращивания молодняка, которые позволяют достигать высоких значений живой массы.

Новорожденные телята характеризовались следующими значениями живой массы: телки – 31 кг, бычки – 35 кг. К окончанию молочного периода выращивания половой диморфизм по интенсивности роста увеличился и достиг 30 кг. К 10-месячному возрасту различия по живой массе между телками и бычками составили в среднем 48 кг, к годовалому возрасту – 63 кг. В последующие полгода бычки достигли живой массы, превышающей значения телок в среднем на 104 кг. Независимо от половой принадлежности молодняка полученные значения живой массы в 10-месячном и последующих возрастах значительно превышали минимальные требования к живой массе телок и бычков симментальской породы. Так, если значения живой массы телок в возрасте 10 месяцев были выше минимальных требований к породе на 12,8 %, то к концу выращивания – на 15,4 %, бычков – на 11,9 и 10,8 % соответственно.

Более высокую интенсивность роста бычков подтвердили среднесуточные приросты живой массы. В период от рождения до 6-месячного возраста это превосходство над телками составило в среднем 143 г, 6-10 месяцев – 156 г, 10-12 месяцев – 246 г, 12-16 месяцев – 214 г и 16-18 месяцев – 246 г. За весь период выращивания – от рождения до 18-месячного возраста – интенсивность роста бычков составила 950 г против 767 г – у телок.

Заключение

Полученные результаты исследований свидетельствуют о высоком породном и классном составе маточного стада симментальской породы, принадлежащее СПК племенной завод «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики. В хозяйстве 93 % маточного поголовья отнесено к классу элитарекорд. Установленная молочная продуктивность коров позволяет констатировать дальнейшую возможность увеличения основных селекционируемых признаков. Показатели воспроизводительной способности молочного стада находятся в пределах зоотехнических норм и позволяют вести воспроизводство на должном уровне. Молодняк, полученный от племенного поголовья симменталов, демонстрирует интенсивный рост, что является

залогом рентабельного ведения молочного производства.

Список источников

1. Никитина, М.М. Молочное скотоводство Республики Хакасия: состояние и перспективы / М.М. Никитина // Зоотехния. – 2020. - № 4. – С. 19-21. DOI: 10.25708/ZT.2020.11.56.005 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43115843>
2. Влияние генотипа на пожизненные продуктивные и воспроизводительные качества симментальских коров / И.Ф. Юмагузин, М.Т. Сабитов, А.Л. Аминова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. - № 2. – С. 52-55. DOI: 10.24411/0235-2451-2451-2021-10208 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45332108>
3. Конорев, П.В. Молочная продуктивность симментальских коров / П.В. Конорев, Т.В. Громова // Фермер. Поволжье. – 2019. - № 7 (84). – С. 88-91. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39322923>
4. Заднепрятский, И.П. Продуктивные и племенные качества молочного скота отечественной и зарубежной селекции / И.П. Заднепрятский, В.И. Гудыменко, В.В. Гудыменко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. - № 6 (50). – С. 96-99. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22872421>
5. Total merit indices in dual purpose cattle / J. Sölkner, J. Miesenberger, A. Willam [et al.] // Arch. Tierz., Dummerstorf. – 2000 (43). - №6. – P. 597-608. DOI:10.5194/aab-43-597-2000
6. Стрекозов, Н.И. Оценка быков по качеству потомства и геному – основа успеха разведения пород молочного скота / Н.И. Стрекозов // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. - №6. – С. 10-12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36360121>
7. Гизатуллин, Р.С. Состояние племенной базы молочного скотоводства Республики Башкортостан / Р.С. Гизатуллин, Т.А. Седых // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. - № 3. – С. 55-59. DOI 10.12737/20338 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26600997>
8. Улимбашев, М.Б. Воспроизводительная способность и иммунологический статус симментальского и помесного скота / М.Б. Улимбашев, А.С. Тхашигулова, Е.Р. Гостева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. –



2015. - № 2. – С. 82-91. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23794251>

9. Влияние возраста первого отела коров черно-пестрой породы на показатели молочной продуктивности / В.Г. Кахикало, О.В. Назарченко, Л.А. Шабунин [и др.] // Главный зоотехник. 2015. № 5-6. С. 11-15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23325361>

10. Свяженина, М.А. Молочное скотоводство Тюменской области / М.А. Свяженина, Л.Н. Викулова // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - № 11. – С. 56-58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17067637>

11. Овсянникова, Г.В. Потенциал развития и конкурентоспособность пород молочного скота в условиях Черноземья/ Г.В. Овсянникова, А.В. Котарев, Н.И. Гридяева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. - № 3 (42). – С. 79-86. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23021771>

12. Скоркина, И.А. Влияние генотипа животных на воспроизводительные качества крупного рогатого скота / И.А. Скоркина, С.А. Ламонов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. - № 3 (66). – С. 75-80. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46568660>

13. Хамдан, К. Сравнительная характеристика воспроизводительных качеств разных зональных типов симментальского скота в России / К. Хамдан, М.Ю. Гладких, О.В. Кузнецова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. - № 1. – С. 66-73. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44803150>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Nikitina, M.M. *Molochnoe skotovodstvo Respubliki Hakasiya: sostoyanie i perspektivy* / M.M. Nikitina // *Zootekhnika*. – 2020. - № 4. – С. 19-21. DOI: 10.25708/ZT.2020.11.56.005 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43115843>

2. *Vliyanie genotipa na pozhiznennye produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva simmental'skih korov* / I.F. YUmaguzin, M.T. Sabitov, A.L. Aminova [i dr.] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2021. – Т. 35. - № 2. – С. 52-55. DOI: 10.24411/0235-2451-2451-2021-10208 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45332108>

3. Konorev, P.V. *Molochnaya produktivnost' simmental'skih korov* / P.V. Konorev, T.V. Gromova // *Fermer. Povolzh'e*. – 2019. - № 7 (84). – С. 88-91. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39322923>

4. *Zadnepryanskij, I.P. Produktivnye i plemennye kachestva molochnogo skota otechestvennoj i zarubezhnoj selekcii* / I.P. Zadnepryanskij, V.I. Gudymenko, V.V. Gudymenko // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2014. - № 6 (50). – С. 96-99. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22872421>

5. *Total merit indices in dual purpose cattle* / J. Sölkner, J. Miesenberger, A. Willam [et al.] // *Arch. Tierz., Dummerstorf*. – 2000 (43). - №6. – P. 597-608. DOI:10.5194/aab-43-597-2000

6. *Strekozov, N.I. Ocenka bykov po kachestvu potomstva i genomu – osnova uspekha razvedeniya porod molochnogo skota* / N.I. Strekozov // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 2018. - №6. – С. 10-12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36360121>

7. *Gizatullin, R.S. Sostoyanie plemennoj bazy molochnogo skotovodstva Respubliki Bashkortostan* / R.S. Gizatullin, T.A. Sedyh // *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2016. - № 3. – С. 55-59. DOI 10.12737/20338 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26600997>

8. *Ulimbashev, M.B. Vosproizvoditel'naya sposobnost' i immunologicheskij status simmental'skogo i pomesnogo skota* / M.B. Ulimbashev, A.S. Thashigugova, E.R. Gosteva // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2015. - № 2. – С. 82-91. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23794251>

9. *Vliyanie vozrasta pervogo otela korov cherno-pestroj porody na pokazateli molochnoj produktivnosti* / V.G. Kahikalo, O.V. Nazarchenko, L.A. SHabunin [i dr.] // *Glavnyj zootekhnik*. 2015. № 5-6. С. 11-15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23325361>

14. *Importance of adaptation and genotype x environment interactions in tropical beef breeding systems* / H.M. Burrow // *Animal*. – 2012. – Vol. 6. - No. 5. – P. 729-740. DOI: 10.1017/S175173111200002X URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18557000>

15. *Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows* / T. Pritchard, M. Coffey, R. Mrode [et al.] // *Animal*. – 2013. – Vol. 7. - No. 1. – P. 34-46. doi: 10.1017/S1751731112001401 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23031504/>

16. *Intensification of cattle ranching production systems: socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil* / A.E. Latawiec, B.B.N. Strassburg, H.N. Alves-Pinto [et al.] // *Animal*. – 2014. – Vol. 8. - No. 8. – P. 1255-1263. DOI:10.1017/S1751731114001566

17. *Улимбашев, М.Б. Оплодотворяемость и продуктивные качества крупного рогатого скота при разном уровне атмосферного давления* / М.Б. Улимбашев, А.М. Хуранов, О.А. Краснова [и др.] // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2020. - № 1. – С. 46-49. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-1-46-49 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42494642>

18. *Invited review: advances and challenges in application of feedomics to improve dairy cow production and health* / H.Z. Sun, G. Plastow, L.L. Guan // *Journal of dairy science*. – 2019. – Vol. 102. - № 7. – P. 5853-5870. DOI: 10.3168/jds.2018-16126 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41990331>

19. *Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников* // Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256с.



10. Svyazhenina, M.A. Molochnoe skotovodstvo Tyumenskoj oblasti / M.A. Svyazhenina, L.N. Vikulova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. - № 11. – S. 56-58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17067637>

11. Ovsyannikova, G.V. Potencial razvitiya i konkurentosposobnost' porod molochnogo skota v usloviyah Chernozem'ya / G.V. Ovsyannikova, A.V. Kotarev, N.I. Gridyaeva // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. - № 3 (42). – S. 79-86. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23021771>

12. Skorkina, I.A. Vliyanie genotipa zhivotnyh na vosproizvoditel'nye kachestva krupnogo rogatogo skota / I.A. Skorkina, S.A. Lamonov // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. - № 3 (66). – S. 75-80. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46568660>

13. Hamdan, K. Sravnitel'naya karakteristika vosproizvoditel'nyh kachestv raznyh zonal'nyh tipov simmental'skogo skota v Rossii / K. Hamdan, M. YU. Gladkih, O. V. Kuznecova // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2021. - № 1. – S. 66-73. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44803150>

14. Importance of adaptation and genotype x environment interactions in tropical beef breeding systems / H.M. Burrow // Animal. – 2012. – Vol. 6. - No. 5. – P. 729-740. DOI: 10.1017/S175173111200002X URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18557000>

15. Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows / T. Pritchard, M. Coffey, R. Mrode [et al.] // Animal. – 2013. – Vol. 7. - No. 1. – P. 34-46. doi: 10.1017/S1751731112001401 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23031504/>

16. Intensification of cattle ranching production systems: socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil / A.E. Latawiec, B.B.N. Strassburg, H.N. Alves-Pinto [et al.] // Animal. – 2014. – Vol. 8. - No. 8. – P. 1255-1263. DOI: 10.1017/S1751731114001566

17. Ulimbashev, M.B. Oplodotvoryaemost' i produktivnye kachestva krupnogo rogatogo skota pri raznom urovne atmosfernogo davleniya / M.B. Ulimbashev, A.M. Huranov, O.A. Krasnova [i dr.] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. – 2020. - № 1. – S. 46-49. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-1-46-49 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42494642>

18. Invited review: advances and challenges in application of feedomics to improve dairy cow production and health / H.Z. Sun, G. Plastow, L.L. Guan // Journal of dairy science. – 2019. – Vol. 102. - № 7. – P. 5853-5870. DOI: 10.3168/jds.2018-16126 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41990331>

19. Plohinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov // N.A. Plohinskij. – M.: Kolos, 1969. – 256s.

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Шахмурзов Мухамед Музачирович, д-р биол. наук, профессор, «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»

Шевхужев Анатолий Феоодович, д-р с.-х. наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, shevkhuzhevaf@yandex.ru.

Коник Нина Владимировна, д-р с.-х. наук, доцент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Гостева Екатерина Ряшитовна, д-р с.-х. наук, Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока

Алагирова Жанна Туземовна, канд. биол. наук, Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова

Information about the authors

Shakhmurzov Mukhamed M., Doctor of Biol. Sci., Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova

Shevkhuzhev Anatoly F., Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, shevkhuzhevaf@yandex.ru.

Konik Nina V., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

Gosteva Ekaterina R., Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region

Alagirova Zhanna T., Candidate of Biological Sciences, Kabardino-Balkarian State University named after X.M. Berbekov

Статья поступила в редакцию 15.12.2021; одобрена после рецензирования 21.01.2022.; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 15.12.2021; approved after reviewing 21.01.2022; accepted for publication 11.03.2022.



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с. 92-98
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 92-98

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.171
DOI: 10.36508/RSATU.2022.85.59.011

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА АГРЕГАТА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ

Михаил Анатольевич Есенин^{1✉}, Илья Юрьевич Богданчиков², Сергей Николаевич Борычев³, Роман Владимирович Безносюк⁴, Алексей Николаевич Бачурин⁵

^{1,2,3,4,5} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г Рязань, Россия

¹m_esenin@mail.ru

²mc62@mail.ru

³89066486088@mail.ru

⁴romario345830@yandex.ru

⁵bachurin62@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью проводимого исследования является получение зависимости ширины вала незерновой части урожая после разравнивания от параметров разравнивающего устройства.

Методология. Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях моделировали валок соломы озимой пшеницы. Смоделированный валок подвергался разравниванию разравнивающим устройством с различными параметрами угла при вершине, высоты установки и рабочей скорости агрегата. После разравнивания проводили измерение ширины и высоты поперечного профиля разравненного вала. Анализ полученных данных осуществляли при помощи программного обеспечения Microsoft Office Excel.

Результаты. В ходе проведенных исследований были получены результаты ширины вала незерновой части урожая после взаимодействия с разравнивающим устройством с углом при вершине 90, 110, 130, 150 градусов, а также с высотой установки 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45 метра и рабочей скоростью движения 6, 8 и 10 км/ч.

Выводы. Наибольшая ширина вала незерновой части урожая после разравнивания достигается при разравнивающем устройстве с углом при вершине 130 градусов. Высота установки разравнивающего устройства должна находиться в пределах 0,27-0,32 м, что соответствует перекрытию 40 % высоты исходного вала незерновой части урожая. При этом наиболее результативно разравнивающее устройство работало с рабочей скоростью 8 км/ч.

Ключевые слова: незерновая часть урожая, солома, распределение, утилизация, удобрение, разбрасывание.

Для цитирования: Есенин М. А., Богданчиков И. Ю., Борычев С. Н., Безносюк Р. В., Бачурин А. Н. Лабораторные исследования оптимальных параметров разравнивающего устройства агрегата для утилизации незерновой части урожая // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 92-98 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.85.59.011>



Original article

LABORATORY STUDIES OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF THE LEVELING DEVICE OF THE UNIT FOR THE UTILIZATION OF THE NON-GRAIN PART OF THE CROP**Mikhail A. Esenin¹, Ilya Yu. Bogdanchikov², Sergey N. Borychev³, Roman V. Beznosyuk⁴, Alexey N. Bachurin⁵**^{1,2,3,4,5} Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia¹ m_esenin@mail.ru² mc62@mail.ru³ 89066486088@mail.ru⁴ romario345830@yandex.ru⁵ bachurin62@mail.ru**Annotation.****Problem and purpose.** The purpose of the study is to obtain the dependence of the swath width of the non-grain part of the crop after leveling on the parameters of the leveling device.**Methodology.** To achieve this goal, a swath of winter wheat straw was modeled under laboratory conditions. The simulated swath was leveled by a leveling device with different parameters of the angle at the top, installation height and the operating speed of the unit. After leveling, the width and height of the cross profile of the leveled swath were measured. The data obtained were analyzed using the Microsoft Office Excel software.**Results.** In the course of the studies, the results of the roll width of the non-grain part of the crop were obtained after interaction with a leveling device with an angle at the top of 90, 110, 130, 150 degrees, as well as with an installation height of 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 meters and a working speed of 6, 8 and 10 km/h.**Conclusions.** The largest swath width of the non-grain part of the crop after leveling is achieved with a leveling device with an angle at the top of 130 degrees. The installation height of the leveling device should be in the range of 0.27 - 0.32 m, which corresponds to the overlap of 40% of the height of the original swath of the non-grain part of the crop. At the same time, the leveling device worked most efficiently at a working speed of 8 km/h.**Key words:** non-grain part of the crop, straw, distribution, utilization, fertilizer, spreading.**For citation:** Esenin M. A., Bogdanchikov I. Yu., Borychev S. N., Beznosyuk R. V., Bachurin A. N. Laboratory studies of the optimal parameters of the leveling device of the unit for the utilization of the non-grain part of the crop. // Herald of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, №1. C 92-98 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.85.59.011>**Введение**

Ежегодно в Российской Федерации собирается большой урожай зерна. По данным Минсельхоза РФ средний урожай за последние три года составил 126,8 млн тонн. Получение такого высокого урожая невозможно без обеспечения питания для растений. В эпоху интенсивного ведения сельского хозяйства основным источником питания для растений служат минеральные удобрения. Однако сложившаяся в 2021 году ситуация на рынке минеральных удобрений (по данным ЕМИСС Государственная статистика рост цен на минеральные удобрения в зависимости от вида составил от 23 % до 116 %) [1] сильно ограничила их использование сельхозтоваропроизводителями. В качестве источника питательных элементов может служить незерновая часть урожая, заделываемая в почвы и позволяющая сократить количество используемых минеральных удобрений.

Высокая эффективность незерновой части урожая как удобрения доказана многолетними исследованиями и практикой. Незерновая часть урожая является источником органического вещества: в среднем в одной тонне соломы содержится 2 кг азота; 2,3 кг фосфора; 10,3 кг калия; 3,2 кг кальция; 1 кг магния и ряд микроэлементов, которые накапливаются в незерновой части урожая. При высоких ценах на минеральные удобрения

и вызванной этим тенденции к сокращению объемов используемых минеральных удобрений важно обеспечить растениям достаточное количество фосфора и калия в легкодоступной форме. Этого можно достичь при использовании незерновой части урожая в качестве удобрения, поскольку незерновая часть урожая по содержанию в ней углерода превосходит навоз и сидераты в несколько раз [2-7].

Известна технология использования незерновой части урожая в качестве удобрения, при которой зерноуборочные комбайны работают с отключенным измельчителем, солома укладывается в валок. После прохода комбайна солома измельчается агрегатом для утилизации незерновой части урожая и распределяется по поверхности поля. В процессе измельчения незерновая часть урожая обрабатывается биодеструкторами, ускоряющими процесс ее разложения. После распределения незерновой части по поверхности поля происходит ее заделка в верхний слой почвы. Наиболее эффективна такая схема использования незерновой части урожая в условиях высокой влажности, а также при уборке зерновых культур с урожайностью более 30 ц/га. Основными преимуществами данной технологии являются снижение нагрузки на зерноуборочный комбайн, увеличение его производительности и уменьшение сроков уборки, а

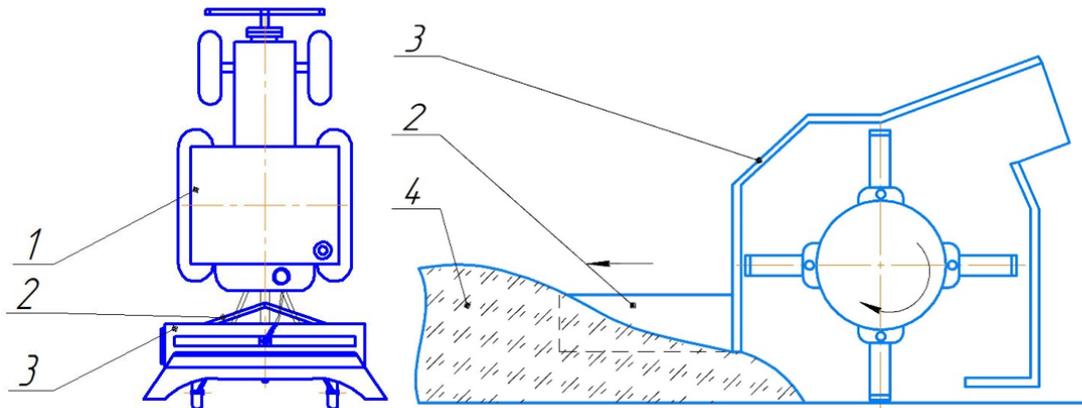


также снижение расхода топлива комбайном. При соблюдении технологии обеспечивается своевременная заделка растительных остатков в почву. Из недостатков можно выделить лишний проход техники по полю.

Объекты и методы

На протяжении многих лет на базе УНИЦ «Агротехнопарк» проводились исследования технологии использования незерновой части урожая в качестве удобрения с использованием измельчителя-мульчировщика. В результате наблюдений было выявлено сгуживание массы в центральной зоне измельчающего барабана, в то время как крайние зоны барабана были практически не загружены. Учитывая характер расположения распределительных заслонок (заслонки развернуты к краям агрегата с широким окном в центральной части) подобного рода сгуживания снижали ширину распределения и уменьшали степень равномерности распределения измельченной массы

незерновой части урожая по поверхности поля. Для решения данной проблемы была разработана конструкция разравнивающего устройства, которая представляет собой равнобедренный треугольник, расположенный в передней части корпуса агрегата по центру валка. Валок незерновой части урожая перед поступлением в измельчитель-мульчировщик взаимодействует центральной выступающей частью с разравнивающим устройством. В результате взаимодействия центральная часть валка равномерно смещается к краям. Так как перекрытие валка незерновой части урожая разравнивающим устройством не превышает 60 %, то смещенная к краям незерновая часть урожая не попадает за пределы ширины захвата измельчителя-мульчировщика. Далее незерновая часть урожая поступает к измельчающему барабану измельчителя-мульчировщика, где измельчается и распределяется по поверхности поля [3].



1 – трактор; 2 – разравнивающее устройство; 3 – измельчитель-мульчировщик;
4 – валок незерновой части урожая

Рис. 1 – Разравнивающее устройство агрегата для утилизации незерновой части урожая
(1 – tractor; 2 – leveling device; 3 – chopper-mulcher; 4 – roll of the non-grain part of the crop).
The leveling device of the unit for the disposal of the non-grain part of the crop)

Исследованиями доказано, что сечение валка незерновой части урожая имеет форму половины эллипса и может быть описано зависимостью [8-11]:

$$H(B_B) = 0,274967 + 0,2028 \cdot B_B - 0,12997 \cdot B_B^2 \quad (1)$$

где B_B – ширина валка, м;
 H – высота валка, м.

Ширина валка, по результатам многочисленных наблюдений, варьируется от 0,8 до 1,8 м и зависит от урожайности возделываемой культуры, времени с момента формирования валка до его измерения. После взаимодействия валка с разравнивающим устройством поперечное сечение валка можно представлять в виде прямоугольника с основанием, равным ширине измельчающего барабана (для измельчителя-мульчировщика Kvernelandfx 230 – 2,3 м), тогда площадь его поперечного сечения можно выразить как:

$$S = B_B \cdot H = 2,3 \cdot H \quad (2)$$

При этом площадь исходного валка определя-

ется как [7]:

$$S = \frac{\pi \cdot B_B \cdot H}{4} \quad (3)$$

Учитывая, что растительный материал перемещается из вершины валка к его краям, то площадь профиля исходного валка должна быть равной площади валка после взаимодействия с разравнивающим устройством. Очевидно, что между выражениями (2) и (3) можно поставить равенство, обозначив в выражении высоту валка как H_k , а в выражении (3) как H_n :

$$2,3 \cdot H_k = \frac{\pi \cdot B_B \cdot H_n}{4} \quad (4)$$

где H_n – высота валка до взаимодействия с разравнивающим устройством, м;

H_k – высота валка после взаимодействия с разравнивающим устройством, м.

Практический интерес вызывает определение значения H_k :



$$H_k = \frac{\pi \cdot B_B \cdot H_H}{9,2} \quad (5)$$

если подставить выражение (1) в (5), получим:

$$H_k = \frac{\pi \cdot B_B \cdot (0,274967 + 0,2028 \cdot B_B - 0,12997 \cdot B_B^2)}{9,2} = \frac{\pi \cdot 0,274967 \cdot B_B + \pi \cdot 0,2028 B_B^2 - \pi \cdot 0,12997 \cdot B_B^3}{9,2} \quad (6)$$

Сравнивая площади поперечных сечений валка до и после разравнивания (рис. 2) можно предположить, что высота расположения разравнивающего устройства должна обеспечивать перекрытие 40-50 % высоты исходного валка.

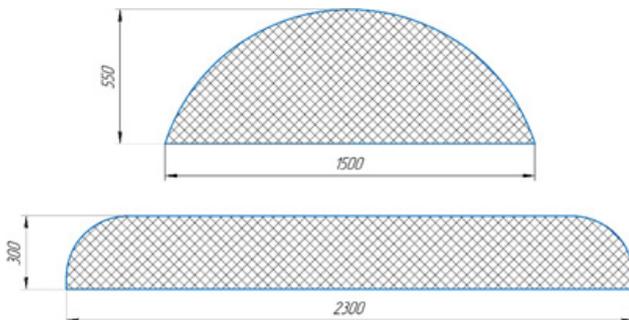


Рис. 2 – Усредненные поперечные сечения валка незерновой части урожая озимой пшеницы до разравнивания (сверху) и после разравнивания (снизу)
(Average cross-sections of the windrow of the non-grain part of the winter wheat crop before leveling (top) and after leveling (bottom))

Экспериментальный этап

Исследования разравнивающего устройства проводились на базе лабораторий инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ. Используя ранее полученные результаты измерений поперечного профиля валка незерновой части урожая в лабораторных условиях раскладывали валок соломы озимой пшеницы. Поверхность валка соломы озимой пшеницы до разравнивания представлена моделью поверхности на рисунке 3.

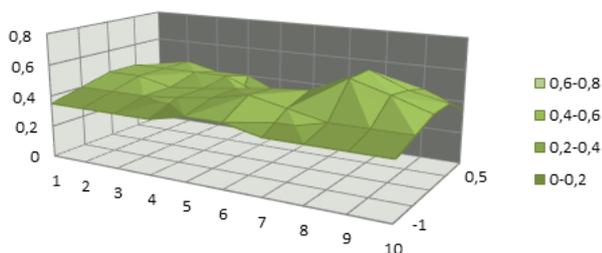


Рис. 3 – Модель поверхности валка соломы озимой пшеницы
(Surface model of winter wheat straw swath)

Смоделированный в лабораторных условиях валок незерновой части урожая подвергался разравниванию разравнивающим устройством с углами при вершине 90, 110,

130, 150 градусов. Разравнивание осуществлялось с установившейся скоростью, равной 6, 8, 10 км/ч. После чего проводился замер ширины валка и высоты его поперечного профиля.

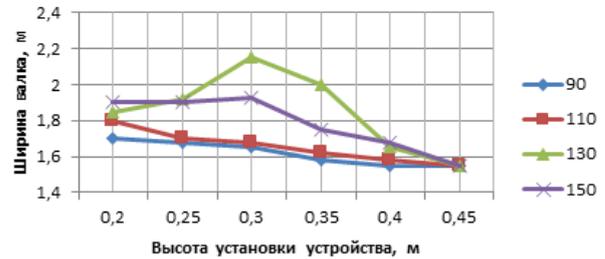


Рис. 4 – Зависимость ширины валка от высоты установки разравнивающего устройства при скорости 6 км/ч
(Dependence of the swath width on the installation height of the screed, at a speed of 6 km/h)

На рисунке 4 представлены графики зависимости ширины валка после прохождения разравнивающего устройства со скоростью 6 км/ч. Из графика видно, что разравнивающие устройства с углами при вершине 90 и 110 градусов оказывают несущественное влияние на ширину валка. Разравнивающее устройство с углом при вершине 150 градусов при высоте установки 0,2-0,3 метра увеличивает ширину валка на 23 %, при дальнейшем увеличении высоты установки наблюдается уменьшение ширины валка до исходных значений. Наилучший результат при скорости 6 км/ч показало разравнивающее устройство с углом при вершине 130 градусов. При высоте установки 0,3 метра ширина разровненного валка увеличилась на 40 %.

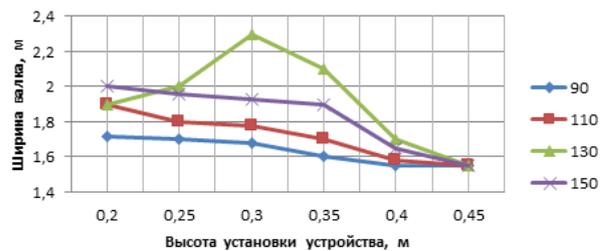


Рис. 5 – Зависимость ширины валка от высоты установки разравнивающего устройства при скорости 8 км/ч
(Dependence of the swath width on the installation height of the screed, at a speed of 8 km/h)

При скорости движения 8 км/ч (рис. 5) разравнивающее устройство с углом при вершине 90 градусов практически не оказывает влияния на ширину валка. Разравнивающие устройства с углами 110 и 150 градусов увеличивают ширину валка на 23 и 29 % соответственно, при этом наблюдается тенденция к уменьшению ширины валка при увеличении высоты установки устройства. Устройство с углом при вершине 130 градусов при увеличении высоты установки от 0,2 до 0,3 метров увеличивает



ет ширину валка. При высоте установки 0,3 метра ширина валка увеличивается на 48 % и составляет 2300 мм, что соответствует ширине захвата измельчающего ротора. Дальнейшее увеличение высоты установки разравнивающего устройства приводит к снижению ширины разровненного валка.

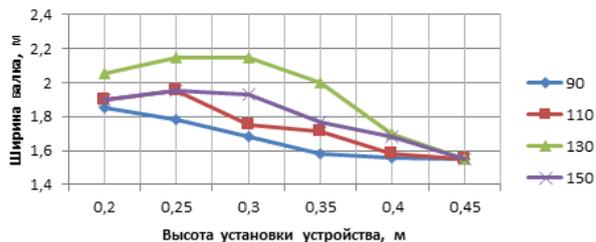


Рис. 6 – Зависимость ширины валка от высоты установки разравнивающего устройства при скорости 10 км/ч
(Dependence of the swath width on the installation height of the screed, at a speed of 10 km/h)

При скорости 10 км/ч (рис. 6) наилучшие результаты также показывает разравнивающее устройство с углом при вершине 130 градусов. В диапазоне высоты установки 0,2-0,35 метра разравнивающее устройство увеличивает ширину валка на 29-40 %. По результатам экспериментов была построена модель поверхности валка незерновой части урожая озимой пшеницы после разравнивания разравнивающим устройством с углом при вершине 130 градусов, высотой установки 0,3 метра и скоростью движения 8 км/ч (рис. 7).

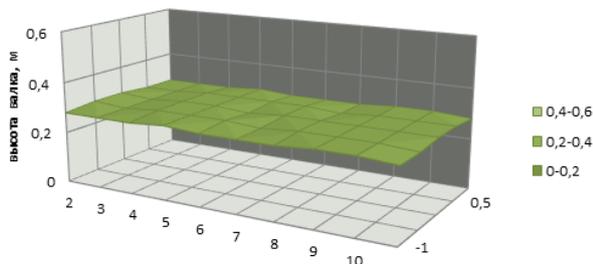


Рис. 7 – Поверхность валка незерновой части урожая после прохождения разравнивающего устройства
(The surface of the roll of the non-grain part of the crop after passing the leveling device)

Заключение

При анализе полученных зависимостей было установлено, что наилучшие результаты в разравнивании валка соломы показывает разравнивающее устройство с углом 130 градусов. Высота установки разравнивающего устройства, при которой обеспечивается наибольшая ширина валка незерновой части урожая, находится в пределах 0,27-0,32 м, что соответствует перекрытию 40 % высоты исходного валка незерновой части урожая. При этом наиболее результативно разравнивающее устройство работало с рабочей скоростью 8 км/ч.

При скорости движения 6 км/ч незерновая часть урожая не распределялась на всю ширину захвата машины, а при 10 км/ч наблюдались забивания рабочего органа разравнивающего устройства.

Список источников

1. Средние цены производителей на минеральные удобрения с 2017 г. – Текст : электронный // ЕМИСС ГОСУДАРСТВЕННАЯ СТАТИСТИКА : официальный сайт. – 2022. – URL: <https://fedstat.ru/indicator/57819> (дата обращения: 01.02.2022).
2. Русакова, И. В. Сравнительная оценка влияния традиционной и биологизированной систем земледелия на агрохимические, биологические свойства и биологическое качество органического вещества серой лесной почвы Владимирского ополья / И. В. Русакова // *Агрохимия*. – 2021. – № 12. – С. 15-22. – DOI 10.31857/S0002188121120127.
3. Ягельский, М.Ю. Обоснование параметров соломоизмельчителя-разбрасывателя зерноуборочного комбайна : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ягельский Михаил Юрьевич. - Орел, 2018. - 272 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35446727>
4. Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации: Коллективная монография // Под ред. Л.И. Ильина, С.И. Зинченко. – Иваново: ПресСто, 2021. – 312 с. – ISBN 978-5-6046374-5-6. – DOI 10.51961/9785604637456.
5. Наими, О. И. Биологическое земледелие и экологические аспекты применения гуминовых препаратов / О. И. Наими, Ю. С. Поволоцкая // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2019. – № 3-1. – С. 121-123. – DOI 10.24411/2500-1000-2019-10633.
6. Основы системной технологии восстановления почвенного плодородия с использованием незерновой части урожая и сидеральных культур / А. М. Бондаренко, А. Ю. Несмиян, Л. С. Качанова, Ю. Г. Кормильцев // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2019. – № 3(47). – С. 29-34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41141017>
7. Пат. 205449 Российская Федерация, МПК А01D 34/43. Устройство для утилизации незерновой части урожая : № 2020143036 : заявл. 24.12.2020 : опубл. 15.07.2021 / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин [и др.] -1 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46471695>
8. Тетерин, В. С. Усовершенствованный процесс и пресс-подборщик для заготовки стебельчатых кормов с обработкой гуматами : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тетерин Владимир Сергеевич. – Москва, 2016. – 158 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28853122>
9. Обоснование параметров валков соломы и рабочих элементов разравнивателя /Р.К. Абдрахманов, М.Н. Калимуллин, Р.М. Сафин, С.М. Архипов//*Вестник Казанского ГАУ*. -2012. -№ 3. -С. 64-67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17993503>



10. Богданчиков, И.Ю. Определение урожайности незерновой части урожая в валке / И. Ю. Богданчиков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 1(13). – С. 4-11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29449810>

11. Богданчиков, И.Ю. Результаты исследований по вопросам дифференцированного внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин // Вестник Рязанского госу-

дарственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4(32). – С. 73-78. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28351842>

12. Improving the efficiency of using straw as a fertilizer / I.Y. Bogdanchikov, A.N. Bachurin, K.N. Drozhzhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 29–30 марта 2021 года. – Omsk City, Western Siberia, 2022. – P. 012013. – DOI:10.1088/1755-1315/954/1/012013

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Srednie ceny proizvoditelej na mineral'nye udobreniya s 2017 g. – Tekst : elektronnyj // EMISS GOSUDARSTVENNAYA STATISTIKA : oficial'nyj sajt. – 2022. – URL: <https://fedstat.ru/indicator/57819> (data obrashcheniya: 01.02.2022).

2. Rusakova, I. V. Srovnitel'naya ocenka vliyaniya tradicionnoj i biologizirovannoj sistem zemledeliya na agrohimicheskie, biologicheskie svoystva i biologicheskoe kachestvo organicheskogo veshchestva seroj lesnoj pochvy Vladimirskogo opol'ya / I. V. Rusakova // Agrohimiya. – 2021. – № 12. – S. 15-22. – DOI 10.31857/S0002188121120127.

3. YAgel'skij, M.YU. Obosnovanie parametrov solomoizmel'chitelya-razbrasyvatelya zernouborochnogo kombajna : special'nost' 05.20.01 "Tekhnologii i sredstva mekhanizacii sel'skogo hozyajstva" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / YAgel'skij Mihail YUr'evich. - Orel, 2018. - 272 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35446727>

4. Biologicheskij krugovorot pitatel'nyh veshchestv pri ispol'zovanii udobrenij i bioresursov v sistemah zemledeliya razlichnoj intensivizacii: Kollektivnaya monografiya // Pod red. L.I. Il'ina, S.I. Zinchenko. – Ivanovo: PresSto, 2021. – 312 s. – ISBN 978-5-6046374-5-6. – DOI 10.51961/9785604637456.

5. Naimi, O. I. Biologicheskoe zemledelie i ekologicheskie aspekty primeneniya guminovyh preparatov / O. I. Naimi, YU. S. Povolockaya // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2019. – № 3-1. – S. 121-123. – DOI 10.24411/2500-2019-10633.

6. Osnovy sistemnoj tekhnologii vosstanovleniya pochvennogo plodorodiya s ispol'zovaniem nezernovoj chasti urozhaya i sideral'nyh kul'tur / A. M. Bondarenko, A. YU. Nesmiyan, L. S. Kachanova, YU. G. Kormil'cev // Vestnik agrarnoj nauki Dona. – 2019. – № 3(47). – S. 29-34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41141017>

7. Pat. 205449 Rossijskaya Federaciya, MPK A01D 34/43. Ustrojstvo dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya : № 2020143036 : zayavl. 24.12.2020 : opubl. 15.07.2021 / I. YU. Bogdanchikov, N. V. Byshov, A. N. Bachurin [i dr.] -1 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46471695>

8. Teterin, V. S. Uovershenstvovannyj process i press-podborshchik dlya zagotovki stebel'chatyh kormov s obrabotkoj gumatami : special'nost' 05.20.01 "Tekhnologii i sredstva mekhanizacii sel'skogo hozyajstva" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Teterin Vladimir Sergeevich. – Moskva, 2016. – 158 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28853122>

9. Obosnovanie parametrov valkov solomy i rabochih elementov razravnivatelya /R.K. Abdrahmanov, M.N. Kalimullin, R.M. Safin, S.M. Arhipov//Vestnik Kazanskogo GAU. -2012. -№ 3. -S. 64-67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17993503>

10. Bogdanchikov, I.YU. Opredelenie urozhajnosti nezernovoj chasti urozhaya v valke / I. YU. Bogdanchikov // Innovacii v AПК: problemy i perspektivy. – 2017. – № 1(13). – С. 4-11. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29449810>

11. Bogdanchikov, I.YU. Rezultaty issledovanij po voprosam differencirovannogo vnoseniya rabocheho rastvora v ustrojstve dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya / I. YU. Bogdanchikov, N. V. Byshov, A. N. Bachurin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2016. – № 4(32). – С. 73-78. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28351842>

12. Improving the efficiency of using straw as a fertilizer / I.Y. Bogdanchikov, A.N. Bachurin, K.N. Drozhzhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 29–30 марта 2021 года. – Omsk City, Western Siberia, 2022. – P. 012013. – DOI:10.1088/1755-1315/954/1/012013

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.



Информация об авторах

Есенин Михаил Анатольевич, аспирант, ассистент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, m_esenin@mail.ru

Богданчиков Илья Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, mc62@mail.ru

Борычев Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой строительства инженерных сооружений и механики, 89066486088@mail.ru

Безносык Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@yandex.ru

Бачурин Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета, bachurin62@mail.ru

Information about the authors

Esenin Mihail Anatol'evich, graduate student, assistant of the department of operation of the machine and tractor fleet, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, m_esenin@mail.ru,

Bogdanchikov Il'ya YUr'evich, candidate. techn. of sciences, associate professor of the department of operation of the machine and tractor fleet, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, mc62@mail.ru

Borychev Sergej Nikolaevich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of construction of engineering structures and mechanics, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, 89066486088@mail.ru

Beznosyuk Roman Vladimirovich, candidate. techn. of sciences, associate professor of the department of metal technology and machine repair, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, romario345830@yandex.ru

Bachurin Aleksej Nikolaevich, candidate. techn. of sciences, associate professor, dean of the faculty of Engineering, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, bachurin62@mail.ru

Статья поступила в редакцию 18.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 664.7
DOI: 10.36508/RSATU.2022.31.47.012

**ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ
В СЕМЕННОМ ЗЕРНЕ В ГЕРМЕТИЧНОМ КОНТЕЙНЕРЕ С РАЗРЕЖЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ**

Надежда Михайловна Латышенок¹✉, Михаил Борисович Латышенок², Валентин Алексеевич Макаров³, Александр Владимирович Шемякин⁴, Анастасия Анатольевна Слободскова⁵

^{1,2,3,4,5}Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г Рязань, Россия

¹ t921621@mail.ru

² i907073@yandex.ru

³ va_makarov@rambler.ru

⁴ shem.alex62@yandex.ru

⁵ nastasia_19882010@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Проблема во время сезонного хранения зерна, заключается в существенном нанесении вреда от насекомых-вредителей, личинок, которые прогрызают оболочку зерна и проникают внутрь, для питания эндоспермом, а также микроскопических грибов, которые в ходе своей жизнедеятельности выделяют микротоксины, снижающие посевное качество и пищевую ценность зерна. Целью настоящего исследования является изучение и обоснование технологии хранения семенного зерна в герметичном контейнере с разреженной воздушной средой.

Методология. Изучением экологически безопасных методов борьбы с насекомыми-вредителями и микроорганизмами в настоящее время занимаются многие ученые. Одним из таких методов является способ обработки зерна озоном. Однако метод озонирования зерна не находит широкого применения из-за отсутствия практических рекомендаций по применению этого газа и необходимости использования дополнительного оборудования для производства газа. Для поддержания своих жизнедеятельных функций насекомые-вредители и микроорганизмы должны потреблять кислород из окружающей среды в гораздо больших объемах, чем семена злаковых культур, находящихся в состоянии покоя.

Результаты. В настоящее время для борьбы с насекомыми-вредителями используют технологии принудительного охлаждения зерновой насыпи и дезинфекции семян с применением инсектицидов, а для предупреждения развития микроорганизмов, технологии обработки зернохранилищ химическими препаратами на основе фосфида алюминия или магния. Основными недостатками применения этих технологий являются: значительные материальные и энергетические затрат связанные с приобретением и эксплуатацией специального оборудования и экологическая опасность применения химических веществ, способных загрязнять окружающую среду. На основании полученных данных можно с уверенностью утверждать, что предложенная технология обеспечивает полную защиту семенного зерна от процессов жизнедеятельности насекомых-вредителей.

Заключение. Результатам исследования динамики жизнедеятельных процессов насекомых-вредителей и развития микроорганизмов в разреженной воздушной среде посвящена настоящая статья. Технология с использованием разреженной воздушной средой в рабочем объеме герметичного контейнера позволяет защитить семена от повреждения насекомыми-вредителями и развития микроорганизмов за счет искусственного снижения концентрации кислорода в окружающей семенное зерно воздушной среде.

Ключевые слова: Хранение, семенное зерно, насекомые-вредители.

Для цитирования: Латышенок Н.М., Латышенок М.Б., Макаров В.А., Шемякин А.В., Слободскова А.А. Динамика развития насекомых-вредителей и микроорганизмов в семенном зерне в герметичном контейнере с разреженной воздушной средой // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 99-107 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.31.47.012>



Original article

DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF INSECT PESTS AND MICROORGANISMS IN THE SEED GRAIN IN AN AIRTIGHT CONTAINER WITH A RAREFIED AIR ENVIRONMENT**Nadezhda M. Latyshenok¹, Mikhail B. Latyshenok², Valentin A. Makarov³, Alexander V. Shemyakin⁴, Anastasia A. Slobodskova⁵**^{1,2,3,4,5} Ryazan State Agro-Technical University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia¹ t921621@mail.ru² l907073@yandex.ru³ va_makarov@rambler.ru⁴ shem.alex62@yandex.ru⁵ nastasia_19882010@mail.ru**Annotation.**

The problem and the goal. The problem during the seasonal storage of grain is the significant harm caused by insect pests, larvae that gnaw through the shell of the grain and penetrate inside to feed the endosperm, as well as microscopic fungi, which in the course of their vital activity emit microtoxins that reduce the sowing quality and nutritional value of grain. The purpose of this study is to study and substantiate the technology of storing seed grain in an airtight container with a rarefied air environment [10, 11, 12].

Methodology. Many scientists are currently engaged in the study of environmentally safe methods of combating insect pests and microorganisms. One of these methods is the method of processing grain with ozone. However, the method of grain ozonation is not widely used due to the lack of practical recommendations on the use of this gas and the need to use additional equipment for gas production. To maintain their vital functions, insect pests and microorganisms must consume oxygen from the environment in much larger volumes than the seeds of cereal crops at rest.

Results. Currently, technologies of forced cooling of the grain mound and disinfection of seeds with the use of insecticides are used to combat insect pests, and technologies of processing granaries with chemical preparations based on aluminum or magnesium phosphide are used to prevent the development of microorganisms. The main disadvantages of using these technologies are: significant material and energy costs associated with the acquisition and operation of special equipment and the environmental danger of using chemicals that can pollute the environment. Based on the data obtained, it can be confidently stated that the proposed technology provides complete protection of seed grain from the processes of insect pests.

Conclusion. This article is devoted to the results of the study of the dynamics of the vital processes of insect pests and the development of microorganisms in a rarefied air environment. The technology with the use of a rarefied air environment in the working volume of a sealed container allows protecting seeds from damage by insect pests and the development of microorganisms due to artificial decreases in the oxygen concentration in the air surrounding the seed grain.

Key words: Storage, seed grain, insect pests.

For citation: Latyshenok N. M., Latyshenok M. B., Makarov V. A., Shemyakin A. V., Slobodskova A. A. Dynamics of the development of insect pests and microorganisms in the seed grain in an airtight container with a rarefied air environment // Herald of the Ryazan State Agro-Technical University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, №1. С 99- 107 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.31.47.012>

Введение

Россия становится крупнейшим в мире экспортером зерна, что требует развития технологий не только для производства зерна, но и его хранения. Особенно остро стоит проблема сезонного хранения семенного зерна, которое может сильно повреждаться из-за развития в нем насекомых-вредителей хлебных злаков, дрожжевых и плесневых микроскопических грибов.

Наибольшую опасность в период хранения зерна среди насекомых представляют вредители, для которых не являются преградой разрушение семенной и плодовой оболочки. Они с легкостью прогрызают оболочки, добываясь до эндосперма, где проводят большую часть жизни, образуя так называемую «скрытую форму

зараженности». К представителям таких насекомых в Центральной России относятся рисовый долгоносик *Sitophilusoryzae* L., амбарный долгоносик *Sitophilusgranarium* L., зерновой точильщик *Rhyzoperthadominica* F. и зерновая моль *Sitotrogacerealella* [1].

Среди микроскопических грибов самыми опасными являются представители рода *Asperergillus* и *Peniciliums*, которые в ходе своей жизнедеятельности выделяют токсины снижающие посевные качества семян, а также опасные для здоровья человека и животного [11,13].

Основными способами борьбы с насекомыми-вредителями являются принудительное охлаждение зерновой массы и применение инсектицидов.

Охлаждение зерна за счет использования ак-



тивных систем вентиляции является долгосрочной мерой, как показали исследования [2,4,8,9], при хранении зерна в металлических силосах только в течение второго или третьего месяца хранения в насыпи зерно охлаждается до температуры, при которой вредители значительно снижают свои жизненно важные функции.

Использование специального холодильного оборудования требует значительных материальных и энергетических затрат.

Инсектициды, применяемые для уничтожения насекомых-вредителей «Прокроп», «Камикадзе», «Актеллик», «К-Обиол» и другие, представляют опасность для окружающей среды и человека. Использование их необходимо строго соблюдать, предъявляемые к ним требования и правила охраны труда.

Все это требует специального оборудования и привлечения подготовленных высококвалифицированных специалистов, что на порядок увеличивает стоимость выполнения этих работ.

Aspergillus в природе практически всегда встречается на поверхности зерновых культур. Наиболее интенсивно он развивается на зерновой насыпи при температуре 20-30°C и влажности зерна 19-22%.

Penicilium встречается на поверхности пшеницы, овса, ячменя, наиболее бурно его жизнедеятельность протекает в процессе самосогревания зерновой массы.

Развитию заболевания зерна способствует ряд факторов, к которым необходимо отнести возрастающие площади посевов зерновых культур, плохое состояние зернохранилищ, устаревший парк машин для подработки урожая, отсутствие мероприятий по профилактике борьбы с микроорганизмами.

Наиболее распространенным методом предупреждения и развития микроорганизмов в зерновой насыпи в настоящее время является своевременное обнаружение очагов заражения зерна и качественная фумигация зернохранилища - обеззараживание химическими препаратами на основе фосфида алюминия либо магния. Фосфид, вступая в химическую реакцию с влагой, содержащейся в зерновой насыпи при температуре выше 50С образует фосфорный водород, который представляет летучий газ. Этот газ, легкопроникающий в любые труднодоступные полости. Данный метод тоже не лишён недостатков, к которым следует отнести экологическую опасность данного метода.

Многие отечественные и зарубежные ученые, заняты изучением процесса хранения зерна, предлагают для защиты его от насекомых-вредителей и микроорганизмов проводить обработку зерна озоном. Обработка озоном не образует токсинов в зерновой массе, не загрязняет окружающую среду, благоприятно влияет на качество зерна [1,2], способствует уничтожению патогенной флоры, повышает посевные качества семян культурных растений, но требует значительных дополнительных материальных затрат на покупку и эксплуатацию

спецоборудования для озонирования [1,9], что тормозит внедрение этой технологии в производство.

Нами обоснована перспективная и экологически безопасная технология хранения семенного зерна в герметичных контейнерах [10, 11, 12], в которых за счет разреженности воздушной среды возможна борьба с насекомыми-вредителями и микроорганизмами. Технология основана на том, что для поддержания своих жизнедеятельных функций насекомые-вредители и микроорганизмы потребляют из окружающей среды кислород в гораздо больших объемах, чем семенное зерно, находящееся в состоянии покоя. Искусственно созданное разрежение воздушной среды, за счет снижения давления в рабочем объеме контейнера, позволит снизить концентрацию кислорода в воздушной среде, тем самым создаст неблагоприятные условия для развития насекомых-вредителей и микроорганизмов в зерновой насыпи. Также разрежение воздушной среды позволит регулировать температурно-влажностный режим хранения семенного зерна [8,11,16,17,18].

Материалы и методы исследования

Лабораторные исследования проводились на экспериментальной установке, общий вид которой представлен на рисунке 1, она состояла из емкости 1 с герметичной крышкой 2, на которой был установлен контрольный вакуумметр 4 GSGJ 27100, на стенках резервуара смонтированы клапаны 3 для подачи в резервуар окружающего воздуха.

Удаление воздуха из бака и создание разреженной воздушной среды в его рабочем объеме производилось с помощью вакуумного насоса MHR - A998A через золотник с клапаном 5. Контроль содержания кислорода и углекислого газа в воздушной среде осуществлялся комбинированным многокомпонентным сигнализатором 7 марки СК-2.

Суть метода заключается в том, что метаболизм – совокупность биохимических реакций по превращению питательных веществ в энергию, направленную на поддержание жизнедеятельных функций организма, зависит от дыхания организма связанного с постоянным потреблением кислорода, необходимого для окисления питательных веществ и выделением углекислого газа. Нарушение характера и интенсивности дыхания животного организма насекомого и микрогриба способно привести к его заболеванию и гибели.

Исследования влияния разреженности воздушной среды на жизнедеятельные функции насекомых-вредителей проводились по ускоренной методике испытания, утвержденной Госстандартом [3,4], которая основана на изменении содержания углекислого газа в воздушной среде.

Этот метод позволяет определить активность жизнедеятельных функций насекомых-вредителей во взрослом состоянии, так и в состоянии личинок, появившихся из яиц, отложенных взрослыми насекомыми в зернах злаковых культур.



- 1 - бак для хранения зерна; 2 - герметичная крышка бака; 3 - атмосферный золотник с вентилем;
4 - контрольный вакуумметр GSGJ 27100;
5 - вакуумный золотник с вентилем; 6 - вакуумный насос MHR – A998A с вакуумметром;
7 – газосигнализатор комбинированный многокомпонентный портативный СК-2; 8 – входной штуцер с фильтром для забора проб газа из контейнера; 9 - выходной штуцер для отвода газовой пробы в контейнер; 10 -воздушный фильтр, 11 – зарядное устройство.

Рис. 1. Общий вид лабораторной установки (General view of the laboratory installation)

Содержание углекислого газа в воздухе в межзерновом пространстве контролировалось многокомпонентным комбинированным переносным сигнализатором СК-2, настроенным на измерения в режиме CO₂.

Перед началом экспериментов зерновую массу влажностью 16% насыпали в предварительно промытый и сухой бак лабораторной установки в количестве трех килограммов. Затем зерно подвергали искусственному заражению, при этом в бак с зерновой массой добавляли по 50 зерен, зараженных личинками амбарного долгоносика или зерновой моли.

Затем бак с зараженным зерном закрывали негерметичной крышкой и помещали в климатическую камеру, где создавались благоприятные условия для развития насекомых (температура 30°C и влажность воздуха 65%).

В таких условиях бак с зерном выдерживается до тех пор, пока выделение углекислого газа за 24 часа инкубации насекомых-вредителей не составило 0,5% на килограмм массы зерна, что по ГОСТ 28666-90 соответствовало средней зараженности зерна насекомыми, при которой зерно не может храниться более 2 месяцев [4].

После этого баки закрывали герметичной крышкой, и проводилась частичная откачка воздушной смеси, при этом давление воздушной смеси внутри бака снижалось до 90 кПа, 70 кПа, 50 кПа, 30 кПа и 10 кПа.

Сходимость экспериментальных результатов обеспечена тем, что для каждой экспериментальной группы было взято по три лабораторных установки и было проведено по три повторных измерения содержания углекислого газа в межзерновом

пространстве. Измерения проводились один за другим, одним и тем же лаборантом, разница полученных результатов не превышала 0,2%.

Исследования динамики развития микроорганизмов в разреженной атмосфере проводились в соответствии с требованием государственного стандарта ГОСТ Р 51278 – 99 [5].

В основе метода исследования лежит принцип Коха, согласно которому каждая колония микроорганизмов является потомством одной клетки. Это позволяет на основе числа колоний, образовавшихся после посева исследуемой суспензии на питательную среду определенного объема судить об исходном содержании в ней клеток микроорганизма. Расчет количества микроорганизмов проводится в условных колониобразующих единицах (КОЕ). Каждая колониобразующая единица представляет собой одну клетку дрожжевого или клетку мицелия плесневого гриба.

Определение числа микроорганизмов проводилось в три этапа: приготовление разведения исследуемого материала, посев материала на питательную среду в чашки Петри и подсчет выросших колоний.

В качестве исследуемого материала были выбраны дрожжевые грибы *Aspergillus glaucus* и плесневые грибы *Penicillium rugulosum*.

Так как численность дрожжевых и плесневых грибов первоначально велика, было проведено разведение исследуемого материала в физиологическом растворе (0,85 % - раствор NaCl). В ходе проведения эксперимента был использован один и тот же коэффициент разведения, равный 10.

В качестве питательной среды для развития грибов использовали агаризованный состав, состоящий из глюкозы (C₆H₁₂O₆) – 20 г, хлорамфеникола (C₁₁H₁₂Cl₂N₂O₅) – 0,1 г, агара – 10 г, воды 1000 см³. Компоненты были разведены в кипящей воде. Затем питательная среда была охлаждена на водяной бани до температуры 45°C и разлита в стерильные стеклянные чашки Петри по 20 мл.

Для определения количества проб при испытании исследуемый продукт высевался параллельно в три чашки Петри. После этого чашки Петри помещались в герметичный бак лабораторной установки, из которого с помощью вакуумного насоса марки MHR – A998A через золотник откачивалась воздушная смесь, создавая разреженность воздушной среды в соответствии с планом проведения экспериментов. Затем баки помещались в климатическую камеру, где при температуре 20°C в течение 7 дней проходило ингибирование грибов

Для подсчета отбирались чашки, на которых выросли от 15 до 150 КОЕ (колониобразующих единиц) дрожжевых и от 5 до 50 КОЕ плесневых грибов. Если число выросших колоний было менее 10, то эти результаты для подсчета количества клеток в исследуемой суспензии не использовались [7].

Подсчет колоний дрожжевых и плесневых грибов проводился отдельно, не открывая чашек Петри на третий, четвертый и пятый день эксперимента в одно и то же время одним лаборантом. Разница между колониями устанавливалась визуально с помощью микроскопа. Отличительной особенно-



стью колоний дрожжевых грибов была их яйцевидная или сферическая форма, в то время у колоний плесневых грибов имелись волокна грибницы.

Так же в ходе лабораторных исследований были проведены эксперименты, связанные с исследованием возможности восстановления жизнедеятельных функций насекомых-вредителей и микроорганизмов после их пребывания в разреженной воздушной среде.

Для этого после нахождения в разреженной воздушной среде насекомые-вредители и дрожжевые и плесневые микро грибы выдерживались в течении 720 часов в наиболее благоприятных для их инкубации условиях (насекомые-вредители - атмосферное давление 1 МПа, температура 35°C, влажность воздуха 65%; микроорганизмы температура 20°C).

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе лабораторных исследований влияния разреженности воздушной среды в герметичной емкости на жизнедеятельность насекомых вредителей хлебных злаков были получены результаты представленные в виде графической диаграммы на рисунке 2.

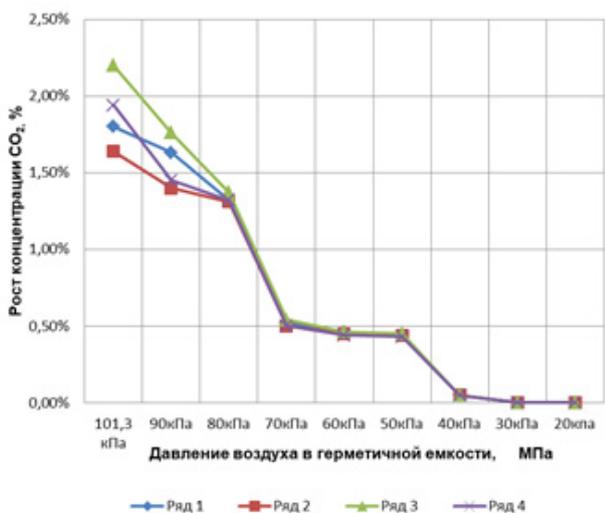


Рис. 2 - Влияние разреженности воздушной среды на жизнедеятельные функции насекомых-вредителей
(The effect of the rarefaction of the air environment on the vital functions of insect pests)

Из диаграммы видно, что со снижением давления воздушной среды в рабочем объеме бака лабораторной установки начинает уменьшаться жизненная активность насекомых-вредителей. Так при давлении воздушной среды 101,3-80 кПа насекомые чувствуют себя вполне комфортно, они размножаются и продолжают разрушать зерно, о чем свидетельствует рост выделения насекомыми углекислого газа. При давлении 80-70 кПа выделение насекомыми углекислого газа сократилось почти в 4 раза, и была постоянной, что свидетельствовало о снижении жизненной активности насекомых, их количества не увеличивается, что говорит о приостановке их репродуктивных функций и

практически прекращают питаться. При давлении 70-40 кПа насекомые вредители начинали впадать в состояние анабиоза, при этом также наблюдалась снижение общей популяции на 6-17%. При давлении 30 кПа и ниже наблюдалась массовая гибель насекомых-вредителей от недостатка воздуха, через 240 часов популяция насекомых снижалась 72-85%.

В ходе лабораторных исследований динамики развития дрожжевых и плесневых грибов процесс нормального колонеобразования стал наблюдаться при второй степени разведения исследуемого материала.

С уменьшением давления воздушной среды в баке, процесс развития дрожжевых и плесневых грибов в исследуемой суспензии стал меняться по количественному и качественному характеру. Как видно из диаграмм, представленных на рисунках 3 и 4, при давлении воздушной среды 90 кПа в баках лабораторной установки, количества клеток дрожжевых грибов в исследуемой суспензии на пятый день инкубации было равно 713, а плесневых 340.

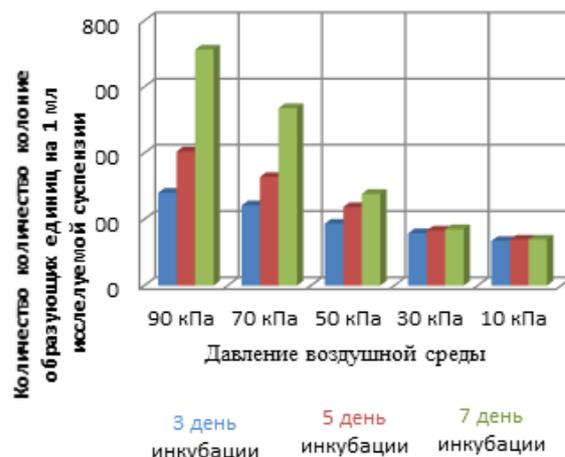


Рис. 3 - Динамика развития дрожжевых грибов Asperergillus glaucus в питательной среде
(Dynamics of development of yeast fungi Aspergillus glaucus in a nutrient medium)

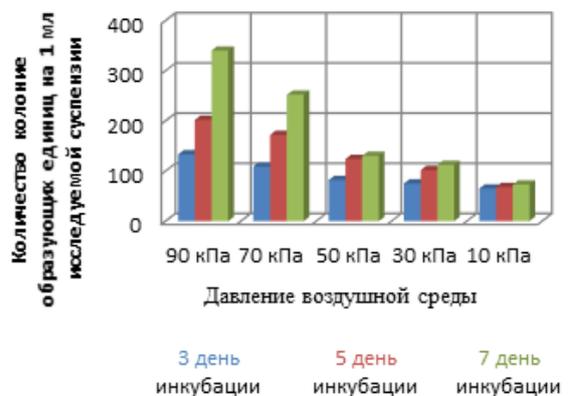


Рис. 4 - Динамика развития плесневых грибов Penicillium rugulosum в питательной среде
(Dynamics of the development of Penicillium rugulosum mold fungi in a nutrient medium)



Это более 2,5 раз выше значения колониеобразующих единиц, которые на третий день инкубации у дрожжевых грибов было равно 280, а у плесневых 133. С ростом разреженности воздушной среды уменьшалось и колониеобразующих единиц, при этом разница между третьим и пятым днем инкубации также начала уменьшаться. При давлении воздушной среды 10 кПа количество клеток дрожжевых грибов и плесневых грибов на третий и пятый день инкубации практически сравнялось и составило у дрожжевых грибов 135 на третий день и 139 на пятый день, у плесневых соответственно 65 и 73.

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что разреженность воздушной среды в герметичном баке существенно влияет на показатели жизнедеятельности насекомых-вредителей и динамику развития микроорганизмов в зерновой насыпи, находящейся в герметичном баке.

Исследования возможности восстановления жизнедеятельных функций насекомых-вредителей и микроорганизмов после их нахождения в разреженной воздушной среде показали, что после 720 часов нахождения под давлением воздушной смеси 0,3 МПа внутри герметичного бака, при атмосферном давлении 101,3 кПа, температуре 35°C и относительной влажности воздушной среды 65% лишь 15-18 % насекомых-вредителей смогли частично восстановить свои жизнедеятельные функции, при давлении 70 кПа восстановление жизнедеятельных функций насекомыми-вредителями не наблюдалось. Поэтому применение разреженности воздушной среды в герметичном контейнере является эффективным способом борьбы с насекомыми и технология хранения семенного зерна в разреженной воздушной среде должна включать специальную, подготовительную операцию. Данная операция предусматривает, для уничтожения насекомых-вредителей снижение давления воздушной среды, в рабочем объеме герметичного контейнера, до 30 кПа и выдержку зерновой массы под таким давлением в течение 720 часов.

Пребывание дрожжевые и плесневые микроорганизмы в разреженной атмосфере лишь замедлит динамику их развития, и как средство борьбы с ними не даст искомого эффекта, о чем свидетельствует интенсивный рост колониеобразующих единиц микрогрибов, при повышении давления воздушной среды в баке лабораторной установки при температуре воздушной смеси 20 °С.

Полученные результаты исследований по своей эффективности вполне сопоставимы с данными В.И. Баскакова и Г.А. Закладного, которым за 5 часов обработки зерновой насыпи озонородной смесью концентрацией 70 мг/м³, удалась уничтожить всех амбарных долгоносиков [1]. Однако исследования, проводимые учеными Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки, показали, что есть виды насекомых-вредителей устойчивые к озонной обработке. Так популяция зернового точильщика не была полностью уничтожена даже после 15 часов озонной обработки и 10 суток на-

блюдений, и только после увеличения концентрации озона в озонородной смеси до 1400 мг/м³ способствовало уничтожению насекомых-вредителей в течение часа [2].

Исследования влияния озона на жизнедеятельность насекомых-вредителей находящихся в преимагинальном состоянии внутри зерна, проведенные во Всероссийском научно-исследовательском институте зерна и продуктов его переработки показали, что для уничтожения яиц и личинок долгоносиков потребовалось их обработка от 14 до 55 суток при концентрации озона в озонородной смеси 20 мг/м³, с увеличением концентрации до 1400 мг/м³ время обработки сократилось до 9 часов.

Таким образом, озонная дезинфекция не дает полной гарантии уничтожения насекомых-вредителей, представляющих особую опасность для семенного зерна, применение технологии борьбы с насекомыми - вредителями за счет разрежения воздушной среды полностью подавить жизнедеятельные функции насекомых-вредителей и является оправдано целесообразной. Для этого технологию хранения семян в герметичной емкости в разреженной воздушной среде следует дополнить режимом, при котором сразу после закладки семян на хранение в рабочем объеме герметичного контейнера давление воздушной смеси снижается до 20-30 кПа и в таком состоянии зерновая масса выдерживается в течение 72 часов. За время выдержки более 70% насекомых погибало, остальные впадали в состояние анабиоза. Последующее хранение семян должно происходить под давлением около 60 -70 кПа, что гарантирует поддержание состояния анабиоза у оставшихся в живых насекомых. Как показали дальнейшие исследования, хранение семенного зерна в разреженной воздушной среде при таких параметрах среды не влияет на его посевные качества семян [6,7,14,15,19].

Аналогичные результаты были получены и при исследовании влияния озонирования зерна на динамику размножения микроорганизмов в зерновой массе. По данным Л.И. Мачихиной и Л.А. Тривьянского основным способом предупреждения развития микроорганизмов является строгое соблюдение технологии хранения зерна, в процессе выполнения которой нельзя допускать образования конденсата влаги на поверхности зерна [13, 14].

Заключение

Используя разрежение воздушной среды в рабочем объеме герметичного контейнера для хранения семян, позволит эффективно бороться с насекомыми-вредителями, замедлит динамику развития микроорганизмов, позволит отказаться от химикатов, вредных для окружающей среды, тем самым снизит себестоимость хранения семян и улучшая условия труда рабочих в зернохранилищах.

Список источников

1. Защита зерна от вредителей при хранении и дезинсекция зернохранилищ/ Г.А. Закладной.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36498169>
2. Влияние озонной обработки на вредителей зерна/ И.В. Баскаков. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. -2018.



№3(62). – С.41-46.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41333465>

3.ГОСТ 28666.1 - 90 (ИСО 6639/1-86) Зерновые и бобовые. Определение скрытой зараженности насекомыми. Часть 1. Общие положения. [Электронный ресурс]. М.: Издательство стандартов, 1990.- 6 с. – Режим доступа <https://internet-law.ru/gosts/gost/10935>

4. ГОСТ28666.4-90 Зерновые и бобовые. Определение скрытой зараженности насекомыми. Ускоренные методы. [Электронный ресурс]. М.: Издательство стандартов, 1990.- 6 с. – Режим доступа <https://internet-law.ru/gosts/gost/19255>.

5. ГОСТ Р 51278-99 Зерновые, бобовые и продукты их переработки. Определение количества бактерий, дрожжевых и плесневых грибов. М.: Госстандарт России, 2002. – 6 с.

6. Проведение настроечных экспериментов на лабораторной установке вертикального миксера / Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2013. № 2 (18).- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19960553>

7. Методика количественного учета микроорганизмов [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://students-library.com>.

8.Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н.М. Латышенко, А.А. Слободскова // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), 2020. - С. 53-56.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44155447>

9. Устройство хранения зерна в регулируемой воздушной среде и способ его осуществления/ Латышенко М.Б., Ивашкин А.В., Латышенко Н.М., Биленко В.А., Голубенко М.И.; заявители и патентообладатели Латышенко М.Б., Ивашкин А.В., Латышенко Н.М., Биленко В.А., Голубенко М.И. - № 2019112936; заяв. 26.04.19; опубл.07.02.2020 Бюл. №4.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42451662>

10. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V M B Latyshenok, Vyshov, V A Makarov, N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012118

11. Научные основы продовольственной без-

опасности зерна (хранение и переработка) / Л.И. Мачихина, Л.В. Алексеева, Л.С. Львова. –М.: ДеЛипринт, 2007. – 382 с.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11453449>

12. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвятский [и др.] –М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.

13.Зерносъедобное и несъедобное/Г.А. Закладной.//Защита и карантин растений.-2014.№1.–С.12-14.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21115249>

14. Определение удельной продуктивности растений от параметров установки переменного облучения / А.А. Полякова, А.П. Пустовалов, А.М. Алешов, М.В. Мануев // Международная научно-практическая конференция «Международные Бочкаревские чтения», РГАТУ, 2019. - С. 188-191.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38074646>

15. Efficiency and unity of planting and harvesting complexes in the grain subcomplex /Byshov N., Makarov V., Makarova O., Gasparyan S., Novozhilova Z. / / IOP conference series: Science of the Earth and the Environment. -2019.-403(1). -012097. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012097

16. Теоретическое обоснование конструкции универсального моечного устройства абразивно-кавитационного действия / А.В. Шемякин, И.В. Конов, Н.М. Тараканова, М.Б. Латышенко // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2010. № 3 (106). С. 114-118.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15257744>

17. Применение оптического излучения - перспективная энергосберегающая технология / А.А. Полякова, А.П. Пустовалов, А.М. Алешов, М.В. Мануев // Международная научно-практическая конференция «Международные Бочкаревские чтения», РГАТУ, 2019. - С. 185-188.– URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37275669>

18. Amcost, 2006. Technologies to reduce post-harvest food loss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] С. О Anyim, (1991).

19. Изучение физико - механических характеристик кукурузных кормов /Ульянов В., Утолин В., Лузгин Н., Крыгин С., Паршина М. // BIO Web of Conferences 2019.– Т. 17 - 2020-№00209. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44146625>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1.Zashchita zerna ot vreditelej pri hranenii i dezinfekciya zernohranilishch/ G.A. Zakladnoj.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36498169>

2.Vliyaniye ozonnoj obrabotki na vreditelej zerna/I.V. Baskakov. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. -2018. №3(62). – С.41-46.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41333465>

3.GOST 28666.1 - 90 (ISO 6639/1-86) Zernovye i bobovye. Opredelenie skrytoj zarazhennosti nasekomymi. CHast' 1. Obshchie polozheniya. [Elektronnyj resurs]. M.: Izdatel'stvo standartov, 1990.- 6 s. – Rezhim dostupa <https://internet-law.ru/gosts/gost/10935>

4. GOST28666.4-90 Zernovye i bobovye. Opredelenie skrytoj zarazhennosti nasekomymi. Uskorennyye metody. [Elektronnyj resurs]. M.: Izdatel'stvo standartov, 1990.- 6 s. – Rezhim dostupa <https://internet-law.ru/gosts/gost/19255>.



5. GOST R 51278-99 Zernovye, bobovye i produkty ih pererabotki. Opredelenie kolichestva bakterij, drozhzhevyyh i plesnevyyh gribov. M.: Gosstandart Rossii, 2002. – 6 s.
6. Provedenie nastroychnyykh eksperimentov na laboratornoj ustanovke vertikal'nogo miksera / N.G. Kiparisov, A.A. Polyakova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva, 2013. № 2 (18).- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19960553>
7. Metodika kolichestvennogo ucheta mikroorganizmov [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa <https://students-library.com>.
8. Kontejner dlya hraneniya semennogo zerna v reguliruemoy vozduшной srede / N.M. Latyshenok, A.A. Slobodskova // Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchyonnoj 40-letiyu so dnya organizacii studencheskogo konstruktorskogo byuro (SKB), 2020. - S. 53-56.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44155447>
9. Ustrojstvo hraneniya zerna v reguliruemoy vozduшной srede i sposob ego osushchestvleniya/ Latyshenok M.B., Ivashkin A.V., Latyshenok N.M., Bilenko V.A., Golubenko M.I.; zayaviteli i patentoobladateli Latyshenok M.B., Ivashkin A.V., Latyshenok N.M., Bilenko V.A., Golubenko M.I. - № 2019112936; zayav. 26.04.19; opubl.07.02.2020 Byul. №4.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42451662>
10. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V M B Latyshenok, Byshov, V A Makarov, N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012118
11. Nauchnye osnovy prodovol'stvennoj bezopasnosti zerna (hraneniye i pererabotka) / L.I. Machihina, L.V. Alekseeva, L.S. L'vova. –M.: DeLiprint, 2007. – 382 s.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11453449>
12. Hraneniye i tekhnologiya sel'skohozyajstvennykh produktov / L.A. Trisvyatskij [i dr.] –M.: Agropromizdat, 1991. – 415 s.
13. Zerno s"edobnoe i nes"edobnoe/ G.A. Zakladnoj. // Zashchita i karantin rastenij. -2014. №1. – S.12-14.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21115249>
14. Opredeleniye udel'noj produktivnosti rastenij ot parametrov ustanovki peremennogo oblucheniya / A.A. Polyakova, A.P. Pustovalov, A.M. Aleshov, M.V. Manuev // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Mezhdunarodnye Bochkarevskie chteniya», RGATU, 2019. - S. 188-191.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38074646>
15. Efficiency and unity of planting and harvesting complexes in the grain subcomplex /Byshov N., Makarov V., Makarova O., Gasparyan S., Novozhilova Z. // IOP conference series: Science of the Earth and the Environment. -2019.-403(1). -012097. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012097
16. Teoreticheskoe obosnovaniye konstrukcii universal'nogo moechnogo ustrojstva abrazivno-kavitacionnogo dejstviya / A.V. SHemyakin, I.V. Konov, N.M. Tarakanova, M.B. Latyshenok // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. 2010. № 3 (106). S. 114-118.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15257744>
17. Primeneniye opticheskogo izlucheniya - perspektivnaya energosberegayushchaya tekhnologiya / A.A. Polyakova, A.P. Pustovalov, A.M. Aleshov, M.V. Manuev // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Mezhdunarodnye Bochkarevskie chteniya», RGATU, 2019. - S. 185-188.– URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37275669>
18. Amcost, 2006. Technologies to reduce post-harvest food loss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] C. O Anyim, (1991).
19. Izuchenie fiziko - mekhanicheskikh harakteristik kukuruznykh kormov /Ul'yanov V., Utolin V., Luzgin N., Krygin S., Parshina M. // BIO Web of Conferences 2019.– T. 17 - 2020-№00209. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44146625>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest

Информация об авторах

Латышенко Надежда Михайловна, канд. техн. наук, доцент кафедры ОТП и БЖД, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, t921621@mail.ru

Латышенко Михаил Борисович, д-р. техн. наук, профессор кафедры ОТП и БЖД, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, l907073@yandex.ru

Макаров Валентин Алексеевич, д-р. техн. наук, профессор кафедры ОТП и БЖД, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, va_makarov@rambler.ru

Шемьякин Александр Владимирович, д-р. техн. наук, профессор кафедры ОТП и БЖД, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, shem.alex62@yandex.ru

Слободскова Анастасия Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры электротехника и физика, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, nastasia_19882010@mail.ru



Information about the authors

Latyshenok Nadezhda Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of OTP and BZHD, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, t921621@mail.ru

Latyshenok Mikhail Borisovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of OTP and BZHD, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, l907073@yandex.ru

Makarov Valentin Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of OTP and BZHD, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, va_makarov@rambler.ru

Shemyakin Alexander Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of OTP and BZHD, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, shem.alex62@yandex.ru

Slobodskova Anastasia Anatolyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Engineering and Physics, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, nastasia_19882010@mail.ru

Статья поступила в редакцию 18.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 656.051
DOI: 10.36508/RSATU.2022.46.73.013

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ КАВИТАЦИОННОЙ СТРУИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Новиков Никита Михайлович¹✉, Кукушкина Татьяна Романовна², Шемякин Александр Владимирович³.

^{1,2,3} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Россия, г. Рязань

¹ newweekoff@gmail.com

² tkuckusc4kina@yandex.ru

³ shem.alex62@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Сельское хозяйство является одной из основополагающих сфер жизни государства. Ключевую роль в ней играет техника, от которой зависит качество продукции, масштабы производства и уровень экономических показателей предприятия. Для поддержания производительности и долговечности машины должны проходить качественную очистку наружных поверхностей. Из-за особенности условий во время работы на транспорте скапливаются различные виды грязи, что приводит к быстрому выходу его из строя.

Методология. Качественной обработки можно добиться при помощи различных способов воздействия на поверхность. Самым эффективным вариантом является струйный метод очистки. Его преимущество – экономичность и качество. Для улучшения показателей работы мы предлагаем использовать кавитацию с применением акустического сопла, которое за счет своего строения увеличивает площадь обработки и эффективность очистки. Увеличение давления происходит благодаря резонансу внутри самой жидкости, что обеспечивает рост качества без дополнительных затрат энергии.

Результаты. Экспериментов в этой области проводилось мало. Сейчас существующие модели не дают необходимых показателей для выполнения качественной обработки. Наше решение может позволить добиться всех необходимых характеристик, так как предлагаемая конструкция предусматривает высокоэффективную очистку и минимальные энергозатраты на производстве.

Заключение. В данной статье будет предложена конструкция машины для кавитационной очистки с применением акустико-кавитационной насадки. Рассмотрены механические технологии струйной очистки, их плюсы и минусы. Представлены показатели при применении акустико-кавитационной установки для наиболее эффективной обработки поверхностей сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: кавитация, обработка, очистка, дезинфекция, сельхозтехника, установка, акустико-кавитационная очистка, кавитационная установка, акустико-кавитационное сопло, струйная очистка, механические технологии струйной очистки, резонаторный цилиндр, кавитационные пузырьки.

Для цитирования: Новиков Н.М., Кукушкина Т.Р., Шемякин А.В. Теоретические аспекты воздействия кавитационной струи на загрязнение// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022.Т14, №1. С 108-116 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.46.73.013>



Original article

THEORETICAL ASPECTS OF THE IMPACT OF A CAVITATION JET ON POLLUTION**Nikita M. Novikov¹✉, Tatiana R. Kukushkina², Alexander V. Shemyakin³.**^{1,2,3} Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia¹ newweekoff@gmail.com² tkuckusc4kina@yandex.ru³ shem.alex62@yandex.ru**Annotation.**

The problem and the goal. Agriculture on the territory of the country is one of the fundamental spheres of state life. The key role in it is played by technology, on which the level of product quality, the scale of production and the level of economic indicators of the enterprise depend. In order to maintain productivity and long-term durability, the machines must undergo high-quality cleaning of the external surfaces. Due to the uniqueness of the sphere, various types of dirt accumulate during work on transport, which leads to rapid failure.

Methodology. High-quality processing can be achieved using various methods of exposure to the surface. The most effective option is the jet cleaning method. Its advantage is economy and quality. To improve the performance of the indicators, we suggest using cavitation with the use of an acoustic nozzle, which due to its structure increases the processing area and cleaning efficiency. The increase in pressure is due to the resonance inside the liquid itself, which gives an increase in quality without additional energy costs.

Results. There have been few experiments in this area. Now all models do not provide the necessary indicators to perform high-quality processing. Our solution can allow you to achieve all the necessary characteristics. Since this design provides for highly efficient cleaning and a minimum amount of energy consumption in production.

Conclusion. In this article, we will propose the design of a cavitation cleaning machine using an acoustic cavitation nozzle. Mechanical technologies of jet cleaning, their pros and cons are considered. Indicators when using acoustic cavitation installation for the most effective surface treatment of agricultural machines.

Key words: cavitation, treatment, cleaning, disinfection, agriculture, agricultural machinery, installation, acoustic-cavitation cleaning, cavitation installation, acoustic-cavitation nozzle, jet cleaning, mechanical technologies of jet cleaning, resonator cylinder, cavitation bubbles.

For citation: Novikov N.M., Kukushkina T.R., Shemyakin A.V. Theoretical aspects of the impact of a cavitation jet on pollution// Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, No. 1. With.108-116 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.46.73.013>

Введение

Как известно, во время работы на поверхности сельскохозяйственной техники скапливаются грязь, пыль, продукты животного происхождения, органики и продукты их разложения. Все это способствует возникновению износа лакокрасочных покрытий, деталей и узлов, преждевременных деформаций агрегата и выводу машин из рабочего строя. Поэтому своевременная и качественная очистка является важным и неотъемлемым процессом во время работы сельскохозяйственных машин [1]. Это помогает сохранить качество продукции, производительность и долговечность подвижного состава. Выбор способа очистки деталей сельскохозяйственной техники зависит от вида загрязнений, конструкции и материала деталей, объема производства, специализации и других различных факторов. При выборе способа очистки необходимо исходить из возможности получения наибольшей экономической эффективности, рациональной технологии и необходимого качества очистки деталей.

Тем не менее, добиться качественной обработки сельскохозяйственной техники можно за

счет комплексной очистки термохимическим и механическим способом подачи воды из струи с применением моющих средств [18]. Использование нагретых или охлажденных растворов с поверхностно-активными веществами обеспечивает термохимическое воздействие. Это неблагоприятно влияет на окружающую среду и приводит к большим финансовым затратам [14].

За многие года изучения и поиска самого эффективного средства для очистки было выявлено, что рост качества очистки машин достигается при помощи механического воздействия мощней струи на поверхность. [3]

Правильный процесс очистки машин должен включать максимальную эффективность, с учетом экономии расхода воды и других ресурсов [15]. Это поможет не только сохранить окружающую среду, но и уменьшить постоянные расходы на предприятии.

В данной статье мы предлагаем рассмотреть кавитационный способ очистки, схему устройства и технико-экономические показатели эффективности данного варианта обработки поверхностей машин, а так же говорим о его актуальности.



Материалы и методы исследования

Самым распространенным способом очистки среди механических технологий являются так называемые струйные методы. Классификация зависит от вещества, применяемого для воздействия на загрязненную поверхность (рис. 1)



Рис. 1 – Виды струйной очистки механическим способом
(Types of mechanical jet cleaning)

Первый вид очистки проводится при помощи воздействия на загрязненную поверхность косточками или мелкой скорлупой под струей из сжатого воздуха [2]. Главным недостатком такого способа обработки является сильная запыленность рабочего места, которая ухудшает условия работы и тем самым провоцирует необходимость в средствах индивидуальной защиты и установке дополнительных вентиляционных механизмов. Это все увеличивает расходы и сложность работы.

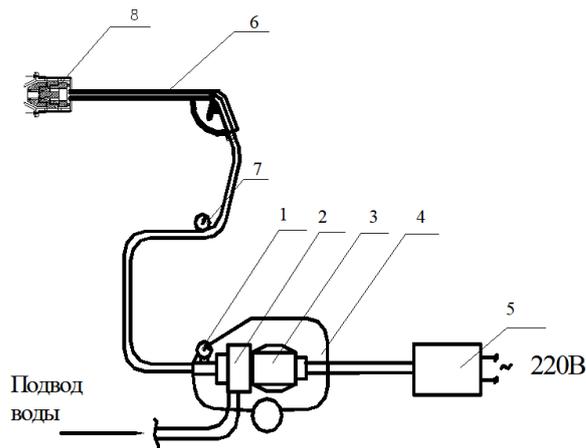
Пескоструйная очистка достигается за счет обдува песком из кварца или металла. Этот способ деформирует поверхность машин и, аналогично с косточковой очисткой, вызывает сильную запыленность места; во время использования появляется также большой риск возникновения коррозии при обработке цветных металлов [10].

Гидроабразивная очистка осуществляется при использовании струи воды и абразива. В качестве него используется оксид алюминия, карбиды кремния и кварцевый песок. Добиться полномасштабного эффекта очистки можно только при помощи большого количества абразива, но это приводит к трудностям в транспортировке вещества [6]. Нехватка материала приведет к некачественной обработке поверхности.

Водоструйная очистка используется за счет гидравлического удара. Главным недостатком такого способа является необходимость резкого повышения давления, это влияет на потребление электрической энергии, что вызывает высокие затраты на производстве [12].

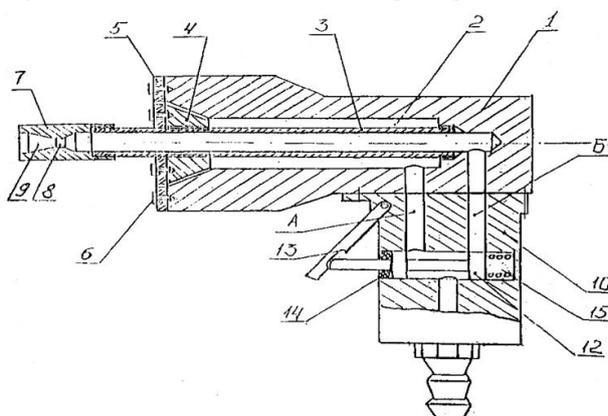
Чтобы устранить этот недостаток, был разработан способ кавитационной очистки. Под ним подразумевается воздействие кавитационных пузырьков, которые возникают в процессе кавитации под высоким давлением. Благодаря этим пузырькам усиливается эффект воздействия воды на поверхность [4]. Сейчас такие методы очистки считаются наиболее актуальными, так как усиливается воздействие на поверхность за счет дополнительной энергии. Такие технологии позволяют проводить более качественную обработку транс-

портных средств при минимальных финансовых и



1 – манометр; 2 – насос высокого давления; 3 – электродвигатель; 4 – корпус; 5 – щит электропитания; 6 – акустико-кавитационный пистолет; 7 – расходомер
(1 – pressure gauge; 2 – high pressure pump; 3 – electric motor; 4 – housing; 5 – power supply shield; 6 – acoustic cavitation gun; 7 – flow meter)
Рис. 2. – Установка акустико-кавитационной очистки
(Installation of acoustic-cavitation cleaning)

Большинство машин для мойки при помощи струйной очистки имеют схожее строение – электронасос и моечный пистолет [5, 19].

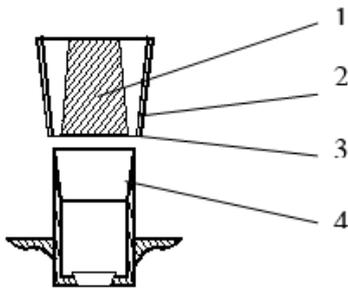


1 – корпус, 2 – канал, 3 – трубка, 4 – конус, 5 – рамка, 6 – винт, 7 – сменное сопло, 8 – критическое сечение сопла, 9 – диффузорная часть канала, 10 – рукоятка, 11 – распределительный канал, 12 – золотник, 13 – рычаг, 14 – манжетка, 15 – пружина
(1 – housing, 2 – channel, 3 – tube, 4 – cone, 5 – frame, 6 – screw, 7 – replaceable nozzle, 8 – critical nozzle section, 9 – diffuser part of the channel, 10 – handle, 11 – distribution channel, 12 – spool, 13 – lever, 14 – cuff, 15 – spring)
Рис. 3 – Конструкция устройства кавитационной очистки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники
(Design of the device for cavitation cleaning of external surfaces of agricultural machinery)

Недостатками конструкции являются малая область очистки и контроль расчетных параметров. Снизить эти показатели можно при помощи гидро-



акустического сопла [7], за счет звукообразования турбулентными потоками воды упругими телами [16].



1,2 – внутренний и внешний конусы, 3 – канал кольцевого типа, 4 – резонатор
(1,2 – inner and outer cones, 3 – ring type channel, 4 – resonator)

Рис. 4 – Гидродинамический излучатель с кольцевым соплом и цилиндрическим резонатором
(Hydrodynamic radiator with annular nozzle and cylindrical resonator)

Гидродинамический излучатель (рис. 4) используется для получения кавитационных процессов, а именно пузырьков пульсации. Они сопровождаются возникновением ударной волны в жидкости. Возникают крупные пульсирующие и крупные видимые пузырьки, а так же искусственные [17].

Различные виды кавитационных пузырьков способствуют увеличению эффективности очистки.

Вынужденная сила колебаний лепестков втулки образуется за счет звукового давления. Оно создается упругими колебаниями в зоне резонансов, а также отклоняющей силой, которая возникает под динамическим напором воды [13].

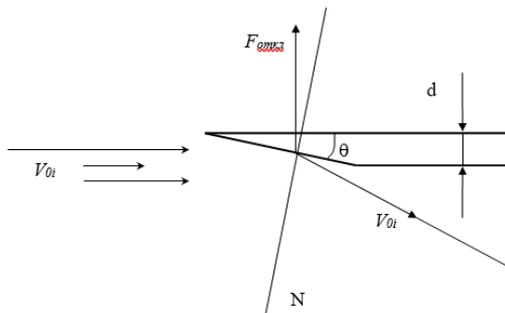


Рис. 5 – Схема расчета отклоняющей силы при набегании потока на лепесток
(Scheme for calculating the deflecting force when the flow hits the petal)

$$F_{откл} = 2\rho V_{0i}^2 S \sin \theta \cos \theta$$

где S – площадь взаимодействия:

$$S = \frac{\pi R d K_n}{3 \sin \theta} ;$$

R – радиус лепестков;
K_n – коэффициент погружения.

Он определяется как

$$K_n = \frac{D}{d} \left(1 - \frac{2D}{d}\right),$$

где D – зазор кольцевого канала.

$$F_{откл} = \frac{2}{3} \pi R d \rho V_{0i}^2 \cos \theta$$

Площадь очищаемой поверхности [20]:

$$S = \pi \left(L \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)^2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2,$$

где S – площадь, очищаемая соплом за один проход, м²;

L – расстояние между соплом и очищаемой поверхностью, м;

α – угол распыла.

Для увеличения площади распыла используется акустико-кавитационное сопло [8].

Поток жидкости попадает на лепестки акустико-кавитационного сопла, вызывая колебания. Во время колебаний возникает резонанс, из-за чего резко растет их амплитуда, так как конструкция лепестков выполнена одинаково. Это вызывает ультразвуковые колебания и приводит к возникновению и схлопыванию кавитационных пузырьков, что способствует увеличению эффективности очистки.

Рост качества очистки обусловлен увеличением площади кавитационной зоны и повышением интенсивности за один проход соплом. Такая зона создается при помощи акустико-кавитационного сопла [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Объектом исследований являлась акустико-кавитационная установка, предложенная в данной статье, для очистки поверхностей сельскохозяйственных машин.

В данном устройстве жидкость под высоким давлением через шланг подается к выводящему каналу. Далее через акустико-кавитационное сопло подается наружу. Разработка работает по принципу струйной очистки.

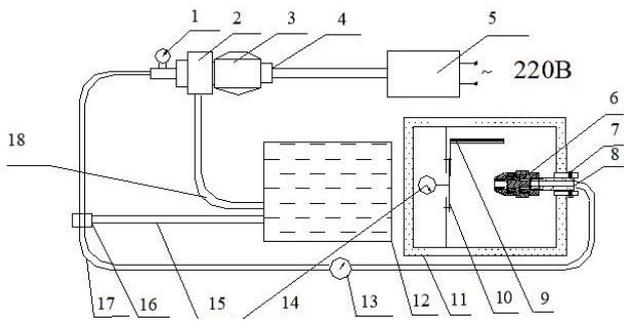
При определении эффективности очистки разработанного устройства проводились испытания для определения зависимости уровня качества очистки от расстояния от сопла до поверхности.

Для этого использовались в сравнении три режима очистки: струйный, гидродинамический и акустико-кавитационный режим.

При проверке струйного режима использовалась насадка с давлением 3.5 МПа.

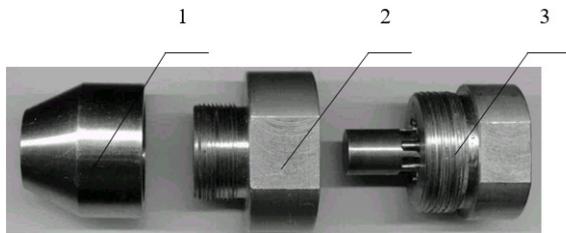
Гидродинамический режим достигался за счет специального кавитационного сопла, в котором образование пузырьков происходило при резком увеличении давления. Давление у гидродинамической кавитационной насадки составляло 7,5 МПа.

Акустико-кавитационный режим проверялся с помощью предложенной установки, давление в насадке составляло 5.8 МПа. (рис. 9)



1 – манометр, 2 – насос, 3 – электропривод, 4 – устройство запуска, 5 – электрический щиток, 6 – акустико-кавитационное сопло, 7 – зажимы, 8 – переходная трубка, 9 – линейка, 10 – образец, 11 – моечная камера, 12 – бак с моещей жидкостью, 13 – расходомер, 14 – динамометр, 15 – перепускная магистраль, 16 – перепускной клапан, 17 – напорная магистраль, 18 – подводящая магистраль
 (1 – pressure gauge, 2 – pump, 3 – electric drive, 4 – starting device, 5 – electric shield, 6 – acoustic-cavitation nozzle, 7 – clamps, 8 – transition tube, 9 – ruler, 10 – sample, 11 – washing chamber, 12 – tank with washing liquid, 13 – flow meter, 14 – dynamometer, 15 – bypass line, 16 – bypass valve, 17 – pressure line, 8 – supply line)

Рис. 6 – Схема установки, которая применяется для очистки энергии акустической кавитации (The scheme of the installation, which is used to clean the energy of acoustic cavitation)



1 – конусная насадка с втулкой-резонатором, 2 – средняя часть с конусным отверстием, 3 – соединительный фланец
 (1 – cone nozzle with resonator sleeve, 2 – middle part with a cone hole, 3 – connecting flange)

Рис. 7 – Акустико-кавитационное сопло (Acoustic cavitation nozzle)

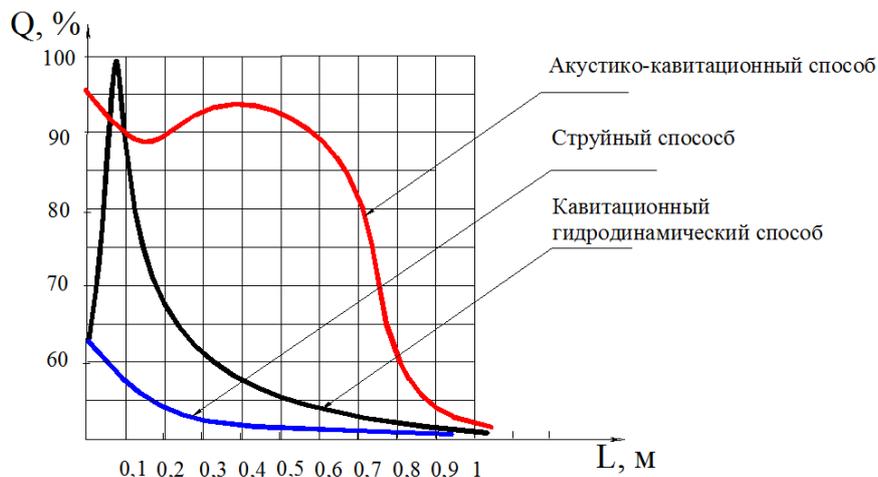
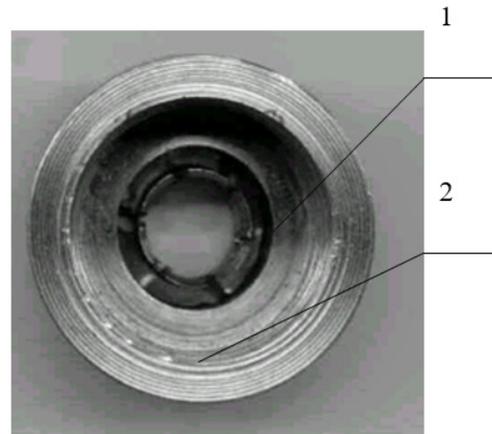


Рис. 9 – График зависимости степени очистки Q, от расстояния до очищаемого объекта, L (Graph of the dependence of the degree of purification Q, on the distance to the object being cleaned, L)

Внутри насадки (рис. 7) установлена резонаторная втулка.



1 – конусная насадка, 2 – резонаторная втулка
 (1 – cone nozzle, 2 – resonator sleeve)
 Рис. 8 – Резонаторная втулка (Resonator sleeve)

При определении эффективности очистки разработанного устройства проводились испытания для определения зависимости уровня качества очистки от расстояния от сопла до поверхности.

Для этого использовались в сравнении три режима очистки: струйный, гидродинамический и акустико-кавитационный режим.

При проверке струйного режима использовалась насадка с давлением 3.5 МПа.

Гидродинамический режим достигался за счет специального кавитационного сопла, в котором образование пузырьков происходило при резком увеличении давления. Давление у гидродинамической кавитационной насадки составляло 7,5 МПа.

Акустико-кавитационный режим проверялся с помощью предложенной установки, давление в насадке составляло 5.8 МПа. (рис. 9)



Расход воды, обеспеченный акустико-кавитационной конструкцией моечного сопла, не должен превышать 550 литров в час и зависит от скорости течения и площади сечения. Находится он произведением этих двух величин и измеряется в миллиметрах [9].

Динамическое давление зависит от плотности воды.

$$P_{\text{дин}} = \frac{\rho V^2}{2}$$

где $P_{\text{дин}}$ – динамическое давление, МПа;
 ρ – плотность воды, кг/м³
 Площадь сечения кольцевого канала

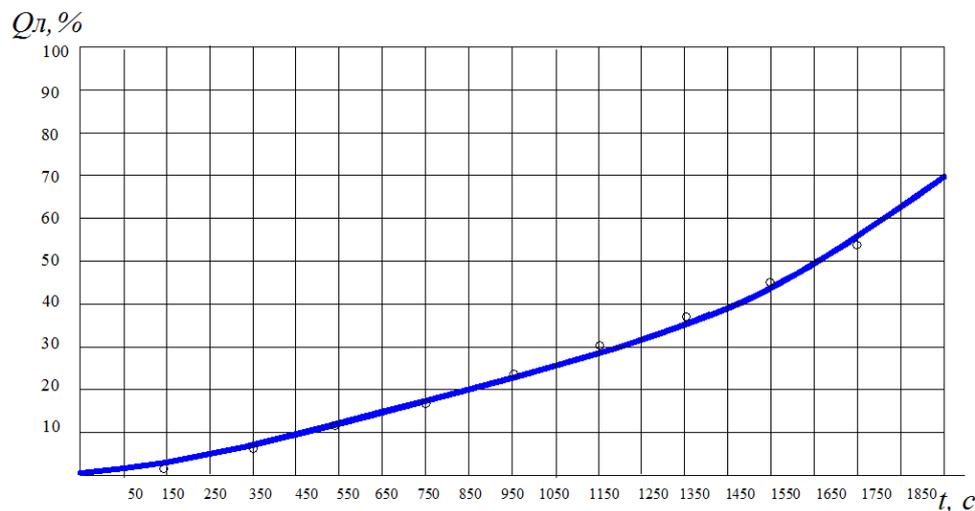
можно найти из выражения.

$$S_{\text{сеч}} = \frac{\pi d_1^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D_1 - D_2)(D_1 + D_2)$$

где D_1 – наружный диаметр кольцевого канала гидроакустического сопла

D_2 – внутренний диаметр кольцевого канала гидроакустического сопла

Испытания показали, что акустико-кавитационное сопло позволяет увеличить расстояние до очищаемого объекта, не теряя при этом качество очистки, по сравнению со струйным и кавитационно-гидродинамическими способами. (рис. 10) Это осуществляется при помощи кавитационных разрушений.



$Qл$ – степень повреждаемости лакокрасочного покрытия, %;
 t – время очистки, с.

Рис. 10. – График повреждаемости лакокрасочного покрытия при обработке акустико-кавитационной струей. (Graph of damage to the paintwork during treatment with acoustic-cavitation jet.)

При проведении анализа зависимости установлено, что акустико-кавитационное сопло позволяет осуществлять обработку в щадящем режиме.

На основе испытаний был разработан способ очистки поверхностей сельскохозяйственной техники при использовании ультразвуковых процессов. Данная технология дает возможность удаления всех видов загрязнений с наименьшими затратами и с наибольшей эффективностью при помощи акустико-кавитационного воздействия.

Заключение

Современная качественная очистка любых поверхностей сельскохозяйственной техники, до и после перевозки животных, подразумевает использование, в том числе, струйного метода очистки, так как он является одним из самых малозатратных и эффективных способов. Применяя кавитационные процессы, можно существенно увеличить уровень механического воздействия на очищаемую поверхность и, как следствие, уровень качества обработки. Безусловно, использование кавитации предполагает нестабильность процессов. Решения, предлагаемые в данной статье, помогут существенно уравновесить про-

цессы, проходящие внутри, за счет использования акустико-кавитационных насадок, в том числе: увеличить площадь обрабатываемой поверхности, повысить производительность и качество обработки. Насадки состоят из кольцевого канала, лепестковой резонаторной втулки, за счет которых в струе образуется ультразвуковое поле. При этом теоретические исследования показывают, что максимальная степень очистки происходит при большем удалении сопла от поверхности.

Список источников

1. Сметанин, В. Н. Основы дезинфектологии : учебное пособие для вузов / В. Н. Сметанин, Т. Д. Здолик. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 251 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13484-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476949>
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для вузов / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 386 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07895-4. — Текст:



электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471866>

3. Кузнецов, В. А. Гидрогазодинамика: учебное пособие для вузов / В. А. Кузнецов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11813-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476269>

4. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для вузов / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 136 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09938-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473061>

5. Калекин, В. С. Гидравлика и теплотехника: учебное пособие для вузов / В. С. Калекин, С. Н. Михайлец. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11738-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/457000>

6. Логистика: учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.]; под редакцией В. В. Щербакова. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00912-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471343>

7. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 380 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00813-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471257>

8. Оценка машин, оборудования и транспортных средств: учебное пособие для вузов / А. Н. Асаул, В. Н. Старинский, М. А. Асаул, А. Г. Бездудная; под редакцией А. Н. Асаула. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04966-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454127>

9. Григорьев, М. Н. Логистика. Продвинутый курс. В 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / М. Н. Григорьев, А. П. Долгов, С. А. Уваров. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 472 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02569-9. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470320> (дата обращения: 12.05.2021).

10. Мурусидзе, Д. Н. Технологии производства продукции животноводства: учебное пособие для вузов / Д. Н. Мурусидзе, В. Н. Легеза, Р. Ф. Филонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 417 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10647-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475403>

11. Акопян, В. Б. Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии: учебное пособие для вузов / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов, С. И. Щукин; под редакцией С. И. Щукина. — 3-е изд., испр. и доп.

— Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 224 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12870-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470096>

12. Fluid dynamics of acoustic and hydrodynamic cavitation in hydraulic power systems. A. Ferrari. Published: 15 March 2017 URL: <https://doi.org/10.1098/rspa.2016.0345>

13. Acoustic Cavitation: The Driving Force Behind Ultrasonic Processing. Jan 2, 2016 5:01:34 PM / by Alexey Peshkovsky, Ph.D. URL: <https://blog.sonomechanics.com/blog/acoustic-cavitation-the-driving-force-behind-ultrasonic-processing>

14. Comparison Between Hydrodynamic and Acoustic Cavitation in Microbial Cell Disruption, Mauro Capocella, Marina Prisciandaro, Amedeo Lanciac, Dino Musmarra. DOI: 10.3303/CET1438003

15. Experimental and simulation investigations of acoustic cavitation in megasonic cleaning. Krishna Muralidharan, Manish Keswani, Hrishikesh Shende, Pierre Deymier, Srin Raghavan, Florence Eschbach, Archita Sengupta. Proceedings Volume 6517, Emerging Lithographic Technologies XI; 65171E (2007) <https://doi.org/10.1117/12.712464> Event: SPIE Advanced Lithography, 2007, San Jose, California, United States

16. Fundamentals of acoustic cavitation: the effect of surfactants. Leong, T. S. H. (2012). Fundamentals of acoustic cavitation: the effect of surfactants. PhD thesis, Dept. of Chemical and Biomolecular Engineering, The University of Melbourne. URL <http://hdl.handle.net/11343/37407> Linked Resource URL <http://cat.lib.unimelb.edu.au/record=b4756317> 2012 Thomas Seak Hou Leong

17. Зайцева, А. А. Коневодство: учебное пособие для вузов / А. А. Зайцева, А. Б. Муромцев. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13158-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476754>

18. Сметанин, В. Н. Основы дезинфектологии: учебное пособие для вузов / В. Н. Сметанин, Т. Д. Здольник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 251 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13484-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476949>

19. Equine Behavioral Medicine Professor, Department of Small Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine. Paperback ISBN: 9780128121061 eBook ISBN: 9780128122457 Imprint: Academic Press. Published Date: 4th January 2019. Page Count: 397. URL: <https://www.elsevier.com/books/equine-behavioral-medicine/beaver/978-0-12-812106-1>

20. Acoustic, Thermal Wave and Optical Characterization of Materials, Volume 11 1st Edition. Editors: G.M. Crean M. Locatelli J. McGilp/ eBook ISBN: 9780444596642 Imprint: North Holland. Published Date: 12th March 1990. Page Count: 412. URL: <https://www.elsevier.com/books/acoustic-thermal-wave-and-optical-characterization-of-materials/crean/978-0-444-88552-4>



Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Smetanin, V. N. *Osnovy dezinfektologii : uchebnoe posobie dlya vuzov* / V. N. Smetanin, T. D. Zdol'nik. — 2-e izd., pererab. i dop. — Moskva : Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 251 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-13484-1. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/476949>
2. Borodin, I. F. *Avtomatizaciya tekhnologicheskikh processov i sistemy avtomaticheskogo upravleniya: uchebnik dlya vuzov* / I. F. Borodin, S. A. Andreev. — 2-e izd., ispr. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 386 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-07895-4. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/471866>
3. Kuznecov, V. A. *Gidrogazodinamika: uchebnoe posobie dlya vuzov* / V. A. Kuznecov. — 2-e izd., ispr. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 120 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-11813-1. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/476269>
4. *Sistemy upravleniya tekhnologicheskimi processami i informacionnye tekhnologii: uchebnoe posobie dlya vuzov* / V. V. Trocenko, V. K. Fedorov, A. I. Zabudskij, V. V. Komendantov. — 2-e izd., ispr. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 136 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-09938-6. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/473061>
5. Kalekin, V. S. *Gidravlika i teplotekhnika: uchebnoe posobie dlya vuzov* / V. S. Kalekin, S. N. Mihajlec. — 2-e izd. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2020. — 318 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-11738-7. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/457000>
6. *Logistika: uchebnik dlya vuzov* / V. V. SHCHerbakov [i dr.]; pod redakciej V. V. SHCHerbakova. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 387 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-00912-5. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/471343>
7. Pavlinova, I. I. *Vodosnabzhenie i vodootvedenie: uchebnik i praktikum dlya srednego professional'nogo obrazovaniya* / I. I. Pavlinova, V. I. Bazhenov, I. G. Gubij. — 5-e izd., pererab. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 380 s. — (Professional'noe obrazovanie). — ISBN 978-5-534-00813-5. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/471257>
8. *Ocenka mashin, oborudovaniya i transportnyh sredstv: uchebnoe posobie dlya vuzov* / A. N. Asaul, V. N. Starinskij, M. A. Asaul, A. G. Bezdudnaya; pod redakciej A. N. Asaula. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2020. — 183 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-04966-4. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/454127>
9. Grigor'ev, M. N. *Logistika. Prodvinityj kurs. V 2 ch. CHast' 1: uchebnik dlya vuzov* / M. N. Grigor'ev, A. P. Dolgov, S. A. Uvarov. — 4-e izd., pererab. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 472 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-02569-9. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/470320> (data obrashcheniya: 12.05.2021).
10. Murusidze, D. N. *Tekhnologii proizvodstva produkcii zhivotnovodstva: uchebnoe posobie dlya vuzov* / D. N. Murusidze, V. N. Legeza, R. F. Filonov. — 2-e izd., ispr. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 417 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-10647-3. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/475403>
11. Akopyan, V. B. *Ul'trazvuk v medicine, veterinarii i biologii : uchebnoe posobie dlya vuzov* / V. B. Akopyan, YU. A. Ershov, S. I. SHCHukin; pod redakciej S. I. SHCHukina. — 3-e izd., ispr. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 224 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-12870-3. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/470096>
12. Fluid dynamics of acoustic and hydrodynamic cavitation in hydraulic power systems. A. Ferrari. Published: 15 March 2017 URL: <https://doi.org/10.1098/rspa.2016.0345>
13. Acoustic Cavitation: The Driving Force Behind Ultrasonic Processing. Jan 2, 2016 5:01:34 PM / by Alexey Peshkovsky, Ph.D. URL: <https://blog.sonomechanics.com/blog/acoustic-cavitation-the-driving-force-behind-ultrasonic-processing>
14. Comparison Between Hydrodynamic and Acoustic Cavitation in Microbial Cell Disruption, Mauro Capocellia, Marina Prisciandarob, Amedeo Lanciac, Dino Musmarraa. DOI: 10.3303/CET1438003
15. Experimental and simulation investigations of acoustic cavitation in megasonic cleaning. Krishna Muralidharan, Manish Keswani, Hrishikesh Shende, Pierre Deymier, Srini Raghavan, Florence Eschbach, Archita Sengupta. Proceedings Volume 6517, Emerging Lithographic Technologies XI; 65171E (2007) <https://doi.org/10.1117/12.712464> Event: SPIE Advanced Lithography, 2007, San Jose, California, United States
16. Fundamentals of acoustic cavitation: the effect of surfactants. Leong, T. S. H. (2012). Fundamentals of acoustic cavitation: the effect of surfactants. PhD thesis, Dept. of Chemical and Biomolecular Engineering, The University of Melbourne. URI <http://hdl.handle.net/11343/37407> Linked Resource URL <http://cat.lib.unimelb.edu.au/record=b4756317> 2012 Thomas Seak Hou Leong
17. Zajceva, A. A. *Konevodstvo: uchebnoe posobie dlya vuzov* / A. A. Zajceva, A. B. Muromcev. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 196 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-13158-1. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sajt]. — URL: <https://urait.ru/bsode/476754>



18. Smetanin, V. N. *Osnovy dezinfektologii: uchebnoe posobie dlya vuzov* / V. N. Smetanin, T. D. Zdol'nik. — 2-e izd., pererab. i dop. — Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 251 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-13484-1. — Tekst: elektronnyj // EBS YUrajt [sait]. — URL: <https://urait.ru/bsode/476949>

19. *Equine Behavioral Medicine Professor, Department of Small Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine. Paperback ISBN: 9780128121061 eBook ISBN: 9780128122457 Imprint: Academic Press. Published Date: 4th January 2019. Page Count: 397. URL: <https://www.elsevier.com/books/equine-behavioral-medicine/beaver/978-0-12-812106-1>*

20. *Acoustic, Thermal Wave and Optical Characterization of Materials, Volume 11 1st Edition. Editors: G.M. Crean M. Locatelli J. McGilp/ eBook ISBN: 9780444596642 Imprint: North Holland. Published Date: 12th March 1990. Page Count: 412. URL: <https://www.elsevier.com/books/acoustic-thermal-wave-and-optical-characterization-of-materials/crean/978-0-444-88>*

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Новиков Никита Михайлович, аспирант 3 курса, newweekoff@gmail.com

Кукушкина Татьяна Романовна, аспирант 3 курса, tkuckusc4kina@yandex.ru

Шемякин Александр Владимирович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, shem.alex62@yandex.ru

Information about the authors

Novikov Nikita Mikhailovich, 3rd year postgraduate student, newweekoff@gmail.com

Kukushkina Tatiana Romanovna, 3rd year postgraduate student, tkuckusc4kina@yandex.ru

Shemyakin Alexander Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, alex62@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 18.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022.; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.





ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Сергей Александрович Плотников¹, Георгий Эдуардович Заболотских², Павел Яковлевич Кантор³, Марина Николаевна Втюрина⁴

^{1,2,3} Вятский государственный университет, г.Киров, Россия

^{3,4} Вятский государственный агротехнологический университет, г. Киров, Россия

¹PlotnikovSA@bk.ru

²zabolotskikh88@yandex.ru

³shawl@list.ru

⁴vtyurina-60@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований является изучение влияния добавок на дизельное топливо композиций рапсового (РМ) и сурепного масел (СурМ), а также этилового спирта разной концентрации на изменение плотности и кинематической вязкости полученных проб смесевых топлив, а также изменение времени стабильности.

Методология. Исследования были проведены в научной лаборатории ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г.Киров. Объектом исследования являются смеси дизельного топлива с рапсовым и сурепным маслами, а также смеси, содержащие в своем составе сурепное масло и этиловый спирт с присадкой и без таковой. Варьирование массовой доли компонентов в смесях можно представить соотношением дизельного топлива, сурепного и рапсового масел от 18:1:1 до 4:3:3, соответственно. Соотношение компонентов в смеси дизельного топлива, сурепного масла и этанола составляет от 18:1:1 до 2:1:1. Для измерения таких показателей, как плотность, кинематическая вязкость и время стабильности использовалось специализированное лабораторное оборудование: пикнометр ПЖ2-10-КШ 7/16, лабораторные весы VIBRAAJH-620CE, вискозиметр ВПЖ-2 (диаметр капилляра d=0,99мм), секундомер.

Результаты. В результате анализа данных было установлено, что плотность и вязкость смесевых топлив на основе дизельного топлива возрастает с увеличением содержания в них сопутствующих добавок, таких как рапсовое, сурепное масла и этанол. При увеличении содержания добавок в смесевом топливе уменьшается время стабильности. Положительное влияние на увеличение времени стабильности смесевых топлив, содержащих в своем составе этиловый спирт, оказывает добавление присадки С-5А.

Заключение. Результаты полученных экспериментальных данных показали, что наблюдается прямая зависимость между количеством композиции РМ и СурМ в ДТ, а также СурМ и Э в ДТ и такими физическими понятиями как кинематическая вязкость и плотность. Обратную же зависимость можно проследить между содержанием СурМ и Э в ДТ и временем стабильности смесевых топлив. Было отмечено, что внесение присадки С-5А ведет к увеличению времени стабильности, но только начиная с 30 % от общего содержания СурМ и Э. Не менее важной особенностью можно считать то, что при увеличении плотности и кинематической вязкости смесевых топлив отмечено снижение времени стабильности. Добавление присадки С-5А от 0,5 до 1 % увеличивает время стабильности в среднем на 5 минут в каждой пробе.

Ключевые слова: дизельное топливо, смесевое топливо, рапсовое масло, сурепное масло, время стабильности, плотность, кинематическая вязкость.

Для цитирования: Плотников С. А., Заболотских Г. Э., Кантор П. Я., Втюрина М. Н. Исследование свойств новых топлив для автотракторной техники // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 117- 125 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.92.31.014>



Original article

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF NEW FUELS FOR AUTOMOTIVE EQUIPMENT**Sergey A. Plotnikov¹, Georgy E. Zabolotskikh², Pavel Ya. Kantor³, Marina N. Vtyurina⁴**^{1,2,3} Vyatka State University, Kirov, Russia^{3,4} Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia¹PlotnikovSA@bk.ru²zabolotskikh88@yandex.ru³shawl@list.ru⁴vtyurina-60@mail.ru**Abstract.**

Problem and purpose. The purpose of the research is to study the effect of additives on diesel fuel of rapeseed and rapeseed oil compositions, as well as ethyl alcohol of different concentrations for changes in density and kinematic viscosity of the obtained samples of mixed fuels, as well as changes in stability time.

Methods. The research was carried out in the scientific laboratory of the Vyatka State Agrotechnological University, Kirov. The object of the study is mixtures of diesel fuel with rapeseed and rapeseed oils, as well as mixtures containing rapeseed oil and ethyl alcohol with and without additives. The variation of the mass fraction of the components in the mixtures can be represented by the ratio of diesel fuel, rapeseed and colza oil from 18:1:1 to 4:3:3, respectively. The ratio of components in a mixture of diesel fuel, colza oil and ethanol ranges from 18:1:1 to 2:1:1. To measure such indicators as density, kinematic viscosity and stability time, specialized laboratory equipment was used: pycnometer PZH2-10-KSH 7/16, laboratory scales VIBRAAJH-620CE, viscometer VPJ-2 (capillary diameter $d = 0.99$ mm), electronic stopwatch.

Results. As a result of data analysis, it was found that the density and viscosity of diesel-based blended fuels increases with an increase in the content of accompanying additives in them, such as rapeseed, colza oil and ethanol. Also, with an increase in the content of additives in the mixed fuel, the stability time decreases. The addition of the succinimide additive has a positive effect on increasing the stability time of mixed fuels containing ethyl alcohol in their composition.

Conclusion. The results of the experimental data obtained showed that there is a direct relationship between the amount of the composition of rapeseed oil and colza oil in diesel fuel, as well as colza oil and ethanol in diesel fuel relative to such physical concepts as kinematic viscosity and density. The inverse relationship can be traced between the content of antimony and ethanol in diesel fuel relative to the stability time of the mixed fuel. It was noted that the addition of the succinimide additive leads to an increase in stability time, but only starting from 30% of the total content of antimony and ethanol. An equally important feature is that with an increase in the density and kinematic viscosity of mixed fuels, a decrease in stability time is noted. The addition of the succinimide additive from 0.5 to 1% increases the stability time by an average of 5 minutes in each sample.

Key words: diesel fuel, mixed fuel, rapeseed oil, colza oil, stability time, density, kinematic viscosity

For citation: Plotnikov S. A., Zabolotskikh G. E., Kantor P. Ya., Vtyurina M. N. Investigation of properties of New Fuels for Automotive equipment. Herald of the Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev. 2022; 14(1) C.117- 125 (in Russ.).<https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.92.31.014>

Введение

На сегодняшний день современный человек для своих нужд уже практически совсем не применяет человеческий труд, все больше заменяя его машинным. Машины используются практически во всех областях жизни человека. В этой статье внимание будет уделено только тепловым машинам, поскольку их выгодно отличают от других такие факторы, как простота, автономность, эффективность и компактность. Технику, оснащенную тепловыми двигателями, мы можем встретить почти везде. К ней относится, например, наземный транспорт, корабли, сельскохозяйственная техника, электростанции и др.

Здесь среди большого разнообразия тепловых двигателей дизельные двигатели по своей популярности занимают лидирующую позицию

по сравнению с бензиновыми, поскольку первые обладают меньшим расходом топлива, большей мощностью, надежностью, КПД и ресурсом двигателя.

Как известно, дизельное топливо и бензин производится из невозобновляемого ресурса – нефти. Запасы нефти с каждым годом сокращаются, что, в конечном итоге, может привести к энергетическому кризису. А рост цен на это топливо можно видеть уже сегодня. Кроме этого, дизельное топливо при своей высокой энергоемкости является довольно токсичным. В ходе работы дизельного двигателя в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества, как оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа, диоксид серы, формальдегид, бенз- α -пирен, которые негативно воздействуют как на здоровье человека, так и на окружающую среду в



целом.

Все изложенное выше служит поводом для исследования и создания перспективных альтернативных топлив, получаемых из растительного сырья [2-6].

Теоретические основы применения композиций рапсового и сурепного масла в качестве топлива для дизелей

В некоторых странах Европы, например, в Швейцарии, вместо использования чистого дизельного топлива уже несколько лет используется так называемое биодизельное топливо. В настоящее время на швейцарских заправочных станциях в продаже 2 марки биодизеля: B5 и B100. Дизельное топливо B5 состоит из 95% чистого дизельного топлива и 5% биодизеля (метилового эфира рапсового масла (МЭРМ)). Топливо B100,

соответственно, на 100% состоит из МЭРМ. Использование биодизельного топлива, таким образом, помогает уменьшить зависимость от топлива на нефтяной основе, а также снизить выбросы вредных для климата веществ. Многолетний опыт использования альтернативных топлив на основе растительных масел доказывает актуальность дальнейших исследований в этой области [8].

В данной статье будут рассматриваться результаты лабораторных исследований смесевых топлив с добавлением к чистому ДТ не только рапсового масла (РМ), но также и композиции рапсового и сурепного масел (СурМ), а также смеси сурепного масла и этанола (ЭТ). Внимание сурепному маслу было уделено не случайно, т.к. по своим физико-химическим характеристикам оно близко к рапсовому (таб.1) [1].

Таблица 1 – Основные физико-химические свойства масел и ДТ

Свойства	СурМ	ДТ летнее	РМ
Элементарный состав С:Н:О, кг/кг	-	86:14:0	78:10:12
Плотность при 20°C, кг/м ³	920-930	860	916-917
Кинематическая вязкость при 20°C, сСт	77,2	3-6	75-76
Низшая расчет. теплота сгорания, МДж/кг	-	42,5	37,3
Теплотворная способность, кДж/кг	-	42,5	39,4
Коксуемость 10% остатка, % по массе	-	0,2	0,4
Содержание серы, % по массе	-	0,2	-
Температура помутнения, °С	-	-5	-9
Температура застывания, °С	-8	-10	-2
Цетановое число, единиц	-	45	36
Температура самовоспламенения, °С	-	250	317-318
Температура вспышки, °С	265	Более 55	305
Содержание масла, %	42	-	43
Выход масла, л/кг	-	-	0,37
Извлечение масла, %	-	-	72,1
Затраты энергии, Вт/кг	-	-	47

Кроме схожих физико-химических характеристик, сурепка является родственной рапсу культурой. Ее также отличает высокая урожайность, а значит, и зеленая масса, из которой производится масло. Но сурепка, в отличие от рапса, не так широко распространена на территории РФ, хотя она менее прихотлива и может произрастать на илистых, легких и песчаных почвах, давая соответственно больше сырья для производства растительного масла [7].

Материалы и методы исследования

Исследования были проведены в научной лаборатории ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г.Киров.

В качестве объектов для лабораторного исследования были подготовлены 2 принципиальных

вида смесей: смесь дизельного топлива с рапсовым и сурепным маслами, смесь дизельного топлива с сурепным маслом и этанолом (рис.1).

В первом случае масла добавлялись к ДТ в равных пропорциях и их суммарная массовая доля в смеси варьировалась от 10 % до 60 % (с увеличением на 10 % общего содержания растительных масел в каждой следующей пробе). Во втором же случае к ДТ добавляли СурМ и Э в равных пропорциях. Их суммарная массовая доля варьировалась от 10 до 50 % от общего количества смесевоего топлива. Кроме этого, в каждый образец добавлялось от 0,5 % до 1 % присадки С-5А.

Для проведения химического исследования потребовалось следующее оборудование: весы



лабораторные VIBRAAJH-620CE, пикнометр ПЖ2-10-КШ 7/16, вискозиметр ВПЖ-2, электронный секундомер (рис.2).



Рис. 1 – Образцы смесей дизельного топлива с сурепным маслом и этанолом (Samples of diesel fuel mixtures with surepny oil and ethanol)



а) весы лабораторные VIBRAAJH-620CE (laboratory scales VIBRA AJH-620CE)



б) пикнометр ПЖ2-10-КШ 7/16 (pycnometer PJ 2-10-KSH 7/16)



в) вискозиметр ВПЖ (viscometer VPJ-2)



г) электронный секундомер (electronic stopwatch)

Рис. 2 – Используемое оборудование: а) весы лабораторные VIBRAAJH-620CE; б) пикнометр ПЖ2-10-КШ 7/16; в) вискозиметр ВПЖ-2; г) секундомер (research equipment: a) laboratory scales VIBRA AJH-620CE; b) pycnometer PJ 2-10-KSH 7/16; c) viscometer VPJ-2; d) electronic stopwatch)

Для каждой пробы измерялась плотность ρ , кинематическая вязкость ν и время стабильности τ . Измерения проводились при температуре окружающей среды $T=20^\circ\text{C}$.

Плотность определялась с помощью пикнометра ПЖ2-10-КШ 7/16 (рис.2,б) и лабораторных весов VIBRAAJH-620CE(рис.2,а) по ГОСТ 3900-85 “Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности”. Расчет производился по формуле:

$$\rho = \frac{m_{\text{пс}} - m_{\text{пп}}}{m_{\text{нд}} - m_{\text{пп}}} \cdot 0,99703, \quad (1)$$

где: $m_{\text{пс}}$ – масса пикнометра со смесью;
 $m_{\text{пп}}$ – масса пустого пикнометра;
 $m_{\text{нд}}$ – масса пикнометра с дистиллированной водой;

0,99703 – значение относительной плотности воды при $T=20^\circ\text{C}$ с учетом плотности воздуха.

Кинематическая вязкость измерялась при помощи вискозиметра ВПЖ-2 с диаметром капилляра $d=0,99\text{мм}$ (рис. 2,в). Для этого сначала была измерена динамическая вязкость (η), в сантипуазах (сП). Расчет кинематической вязкости (ν), в сантистоксах (сСт) был произведен по формуле:



$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

где η – динамическая вязкость;
 ρ – плотность исследуемого образца.

Время стабильности смеси τ было определено при помощи электронного секундомера (рис.2,г). Отмечалось время стабильности смесей до того,

как наступало фазовое разделение.

Все результаты были занесены в таблицу, по данным которой были получены наглядные графики.

Результаты исследований и их обсуждение

После лабораторного исследования были построены графики для того, чтобы проследить зависимость измеряемых свойств смесевых топлив друг относительно друга. Результаты анализов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты лабораторных исследований

ДТ, %	СурМ, %	РМ, %	ν , сСт	ρ , г/см ³	ДТ, %	СурМ, %	Э, %	ν , сСт			ρ , г/см ³			τ , мин		
								б/п	0,5% С-5А	1,0% С-5А	б/п	0,5% С-5А	1,0% С-5А	б/п	0,5% С-5А	1,0% С-5А
90	5	5	3,92	0,83	90	5	5	3,25	3,32	3,25	0,82	0,82	0,82	>75	78	66
80	10	10	5,18	0,83	80	10	10	3,84	3,86	3,72	0,81	0,82	0,82	>75	60	52
70	15	15	7,00	0,84	70	15	15	4,64	4,56	4,44	0,82	0,82	0,83	40	40	33
60	20	20	9,46	0,85	60	20	20	5,6	5,85	5,66	0,82	0,83	0,83	7	16	18
50	25	25	13	0,86	50	25	25	7,13	7,16	7,47	0,83	0,83	0,83	4,7	11	15

Как видно из таблицы, анализу подвергалось 6 образцов смеси ДТ, РМ и СурМ и 5 образцов ДТ, СурМ и Э. Результаты наблюдений представлены ниже.

При увеличении содержания композиций РМ и СурМ в ДТ увеличивается кинематическая вязкость. При увеличении концентрации растительных масел на 10 % в каждой следующей пробе кинематическая вязкость в каждом случае в среднем увеличивалась в 1,4 раза (рис.3).

При увеличении содержания СурМ и Э в ДТ

увеличивается кинематическая вязкость. Добавление присадки тоже ведет к увеличению кинематической вязкости. Наибольшее увеличение кинематической вязкости наблюдается при 60 % ДТ+20 % СурМ+20 % Э и при 50 % ДТ+25 % СурМ+25 % Э с содержанием 1 % С-5А в обоих случаях. Увеличение вязкости в смесях без присадки в сравнении со смесями с 0,5 % С-5А ничтожно мало и колеблется от 0,02 сСт до 0,04 сСт (рис.4).

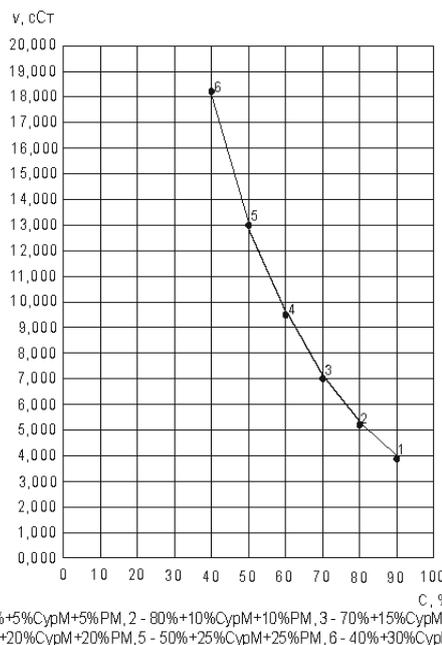


Рис.3 – Изменение кинематической вязкости смеси ДТ, РМ и СурМ в зависимости от концентрации компонентов

(Change in the kinematic viscosity of a mixture of diesel fuel, rapeseed- and colza-oil depending on the concentration of components)

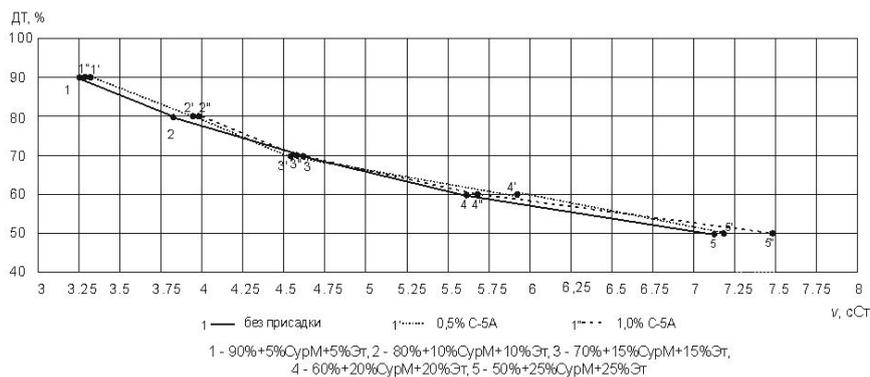


Рис. 4 – Изменение кинематической вязкости ДТ, СурМ и ЭТ в зависимости от концентрации компонентов
(Change in the kinematic viscosity of diesel fuel, colza oil and ethanol depending on the concentration of components)

При увеличении содержания композиции РМ и СурМ в ДТ плотность исследуемых образцов возрастает. Наблюдения показывают, что для первого и второго образцов (1,2) разница в изменении плотности при добавлении РМ и СурМ общим содержанием в первом случае 10 %, а во втором – 20 % от общего количества смесового топлива практически равна нулю. Разница между пробами 2 и 3 и т.д. составляет приблизительно 0,1 г/см³ и стабильна для всех наблюдений.

Также отмечено, что для составов, содержащих СурМ и Э, увеличение концентрации данных компонентов, а также введение присадки тоже ведет к незначительному увеличению плотности (рис.5)

При увеличении содержания СурМ и Э в смесовом топливе снижается время стабильности. Отмечено, что внесение присадки увеличивает время стабильности, только начиная 30 % общего содержания СурМ и Э (рис.6).

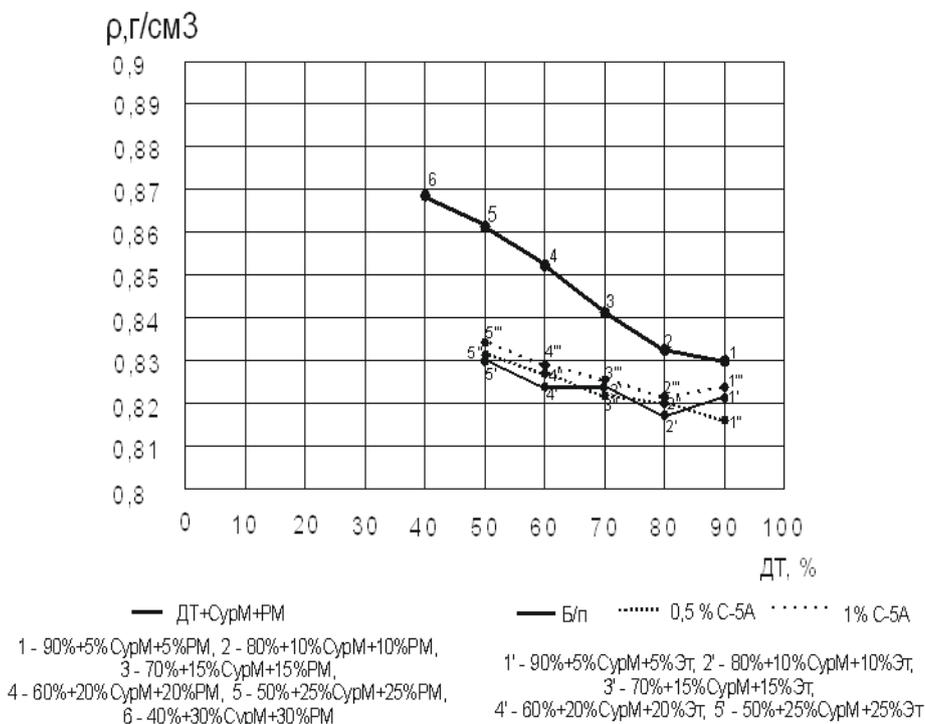


Рис. 5 – Изменение плотности смесевых топлив в зависимости от концентрации компонентов
(Change in the density of mixed fuels depending on the concentration of components)

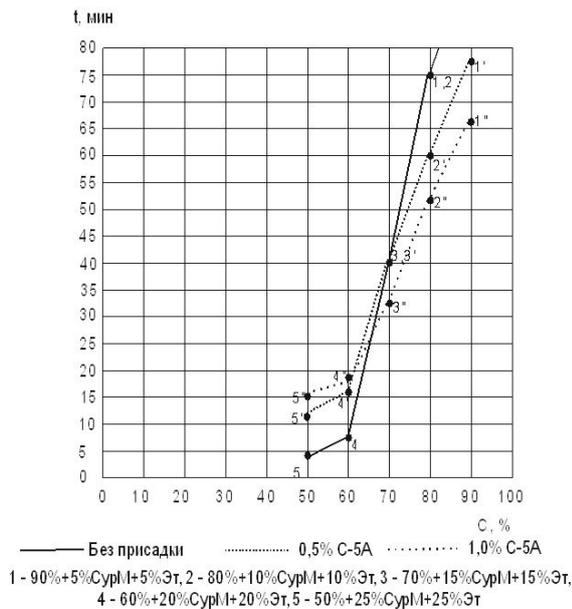


Рис. 6 – Изменение времени стабильности смесевых топлив в зависимости от концентрации компонентов и наличия присадки
 (Change in the stability time of mixed fuels depending on the concentration of components and the presence of an additive)

При увеличении плотности смесевых топлив было отмечено снижение времени стабильности. Добавление присадки от 0,5 до 1 % увеличивает

время стабильности в среднем на 5 минут в каждой пробе (рис.7).

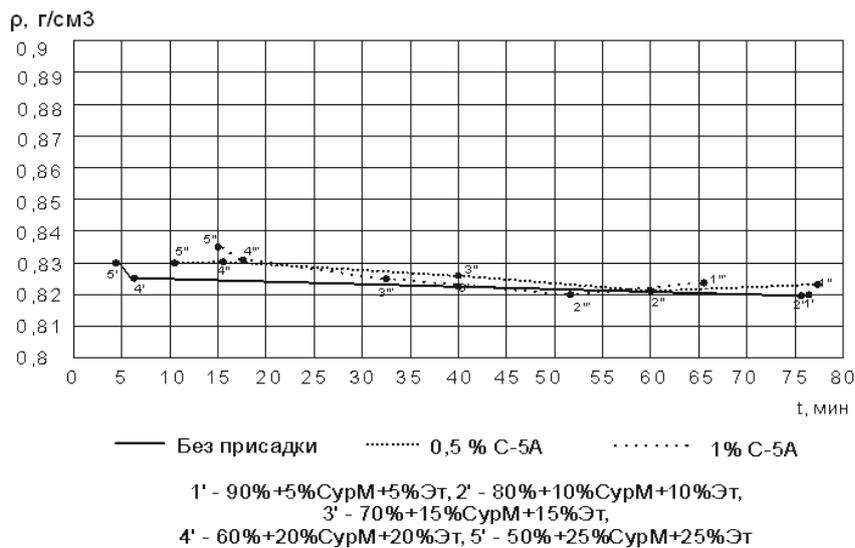


Рис. 7 – Зависимость изменения времени стабильности от изменения плотности смесевых топлив без C-5A, с 0,5% C-5A, с 1% C-5A
 (Dependence of the change in stability time on the change in the density of mixed fuels without succinimide additive, with 0.5% of this additive, with 1% of this additive)

При увеличении кинематической вязкости смесевых топлив отмечено снижение времени стабильности. Добавление присадки C-5A от 0,5 % до 1 % увеличивает время стабильности. Положительное влияние присадки на время стабильности отмечено при кинематической вязкости образцов приблизительно 4,5 сСт (рис.8).

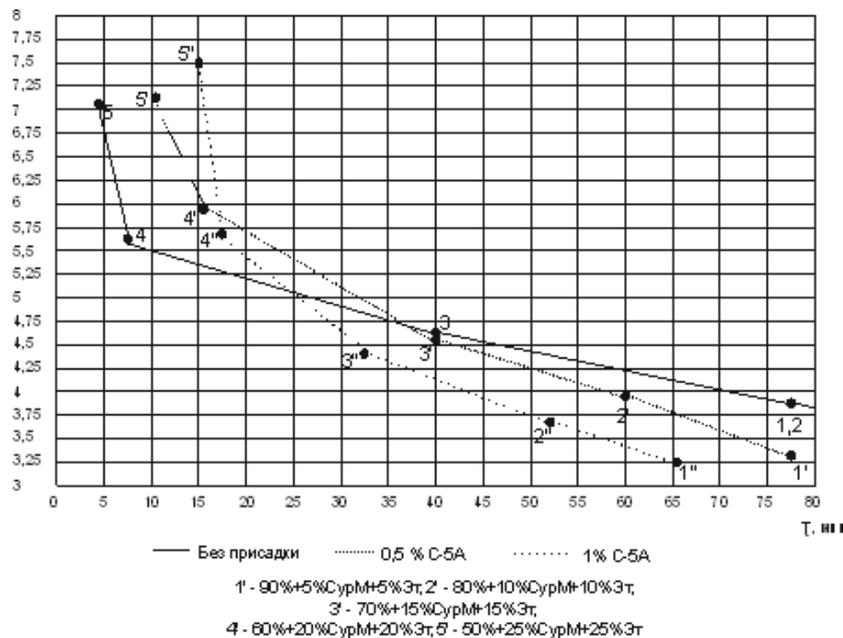


Рис. 8 – Зависимость изменения времени стабильности от изменения кинематической вязкости смесевых топлив без С-5А, с 0,5% С-5А, с 1% С-5А
(Dependence of the change in stability time on the change in kinematic viscosity of mixed fuels without succinimide additive, with 0.5% of this additive, with 1% of this additive)

Заключение

По результатам полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

– при увеличении содержания композиции РМ и СурМ в ДТ, а также при увеличении содержания СурМ и Э в ДТ увеличивается кинематическая вязкость, а вместе с этим возрастает и плотность;

– при увеличении содержания СурМ и Э в смесевом топливе снижается время стабильности. Отмечено, что внесение присадки увеличивает время стабильности, только начиная 30 % общего содержания СурМ и ЭТ;

– при увеличении плотности и кинематической вязкости смесевых топлив отмечено снижение времени стабильности. Добавление присадки С-5А от 0,5 до 1 % увеличивает время стабильности в среднем на 5 минут в каждой пробе.

Лабораторные исследования физико-химических свойств разных составов смесевых топлив показали, что они имеют схожую плотность и кинематическую вязкость, что и чистое летнее дизельное топливо, а значит, теоретически, могут быть использованы в стендовых испытаниях дизельного двигателя.

Список источников

1. Крюков, В.В. Смесевое сурепно-минеральное топливо: результаты экспериментальных исследований и технические решения / В. В. Крюков // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – С. 202-204.

2. Плотников, С.А. Исследование работы автотракторного дизеля 4СН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С.А.

Плотников, П.Н. Черемисинов, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1(25) – С.110-118.

3. Карташевич, А.Н. Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – №3. – С. 144– 147.

4. Плотников, С.А. Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла / С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов // ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК-2017): Всерос. ежегод. науч.-практ. конф.: сб. статей, 01-29 апреля 2017 г. Вят. гос. ун-т. – Киров, 2017. – С. 1875-1882.

5. Плотников, С.А. Улучшение смесей дизельного топлива с рапсовым маслом для использования в тракторных дизелях / С.А. Плотников, А.Н. Карташевич, П.Н. Черемисинов // Двигателестроение, 2017. – №4. – С. 21–25.

6. Белов, В.М. Применение в дизелях топлива растительного происхождения / В.М. Белов, С.Н. Девянин, О.Н. Слепцов // Вести Моск. гос. аграрно-инж. ун-та. – 2003. – Вып. 4. – С. 15 – 21.

7. Виноградов, Д.В. Сурепица яровая в южной части нечерноземной зоны [Электронный ресурс] // АГРО XXI: электрон. научн. журн. 2010. N 7-9. URL: <http://https://www.agroxxi.ru/journal/20100709/20100709019.pdf> (дата обращения: 15.12.2021).

8. Was ist Biodiesel [Electronic resource]. – URL: <http://https://www.bioe.ch/biodiesel/was-ist-biodiesel> (date of treatment: 15.12.2021)



Вклад авторов:

Плотников С.А. – общее руководство;
Кантор П. Я. – теоретическая проработка;
Втюрина М. Н. – методика;
Заболотских Г. Э. – проведение экспериментов.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Kryukov, V. V. Smesevoe surepno-mineral'noe toplivo: rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij i tekhnicheskie resheniya / V. V. Kryukov // Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii: Sb. Materialov Vserossijskoj NPK. – Penza: RIOPGSKHA, 2012. – S. 202-204.
2. Plotnikov, S. A. Issledovanie raboty avtotraktornogo dizelya 4CHN 11,0/12,5 na smesyah dizel'nogo topliva s rapsovyim maslom / S.A. Plotnikov, P.N. CHeremisinov, A.N. Kartashevich, A.L. Biryukov // Molochnohozyajstvennyj vestnik. – 2017. – №1(25) – S.110-118.
3. Kartashevich, A.N. Issledovanie svojstv al'ternativnyh topliv na osnove rapsovogo masla / A.N. Kartashevich, S.A. Plotnikov, P.N. CHeremisinov // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2017. – №3. – S. 144– 147.
4. Plotnikov, S.A. Issledovanie svojstv al'ternativnyh topliv na osnove rapsovogo masla / S.A. Plotnikov, P.N. CHeremisinov // OBSHCHESTVO, NAUKA, INNOVACII. (NPK-2017): Vseros. ezhegod. nauch.-prakt. konf.: sb. statej, 01-29 aprelya 2017 g. Vyat. gos. un-t. – Kirov, 2017. – S. 1875-1882.
5. Plotnikov, S.A. Uluchshenie smesey dizel'nogo topliva s rapsovyim maslom dlya ispol'zovaniya v traktornyh dizelyah / S.A. Plotnikov, A.N. Kartashevich, P.N. CHeremisinov // Dvigatellestroenie, 2017. – №4. – S. 21–25.
6. Belov, V.M. Primenenie v dizelyah topliva rastitel'nogo proiskhozhdeniya / V.M. Belov, S.N. Devyanin, O.N. Slepcev // Vesti Mosk. gos. agroinzh. un-ta. – 2003. – Vyp. 4. – S. 15 – 21.
7. Vinogradov, D.V. Surepica yarovaya v yuzhnoj chasti nechernozemnoj zony [Elektronnyj resurs] // AGRO XXI: elektron. nauchn. zhurn. 2010. N 7-9. URL: [http:// https://www.agroxxi.ru/journal/20100709/20100709019.pdf](http://https://www.agroxxi.ru/journal/20100709/20100709019.pdf) (data obrashcheniya: 15.12.2021).
8. Was ist Biodiesel [Electronic resource]. – URL: [http:// https://www.bioe.ch/biodiesel/was-ist-biodiesel](http://https://www.bioe.ch/biodiesel/was-ist-biodiesel) (date of treatment: 15.12.2021).

Contribution of the authors:

Plotnikov S. A. - general guidance;
Kantor P. Ya. - theoretical study;
Vtyurina M.N.- methodology;
Zabolotskikh G. E. - conducting experiments.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Плотников Сергей Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология машиностроения», Вятский государственный университет, PlotnikovSA@bk.ru
Заболотских Георгий Эдуардович, аспирант кафедры «Технология машиностроения», Вятский государственный университет, zabolotskikh88@yandex.ru
Кантор Павел Яковлевич, канд. ф.-м. наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике, Вятский государственный университет, shawl@list.ru
Втюрина Марина Николаевна, канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры почвоведения, мелиорации, землеустройства и химии, Вятский государственный агротехнологический университет, vtyurina-60@mail.ru

Information about the authors

Plotnikov Sergey Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology, Vyatka State University, PlotnikovSA@bk.ru
Zbolotskikh Georgy Eduardovich, postgraduate student of the Department of Mechanical Engineering Technology, Vyatka State University, zabolotskikh88@yandex.ru
Kantor Pavel Yakovlevich, PhD, Associate Professor of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Vyatka State University, shawl@list.ru
Vtyurina Marina Nikolaevna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department, Associate Professor of the Department of Soil Science, Land Reclamation, Land Management and Chemistry, Vyatka State Agrotechnological University, vtyurina-60@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.12.2021.; одобрена после рецензирования 06.03.2022.; принята к публикации 18.03.2022

The article was submitted 16.12.2021; approved after reviewing 06.03.2022.; accepted for publication 18.03.2022



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с.126-134
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 126-134

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 331.453
DOI: 10.36508/RSATU.2022.80.49.019

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Анатолий Петрович Савельев¹, Татьяна Ивановна Белова²✉, Елена Васильевна Старченко³

¹ Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

² Брянский государственный аграрный университет

³ Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

¹ tbsap52@mail.ru

² belova911@mail.ru

³ elena19191911@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований является теоретическое обоснование и практическая реализация выбора скоростного режима сельскохозяйственных автотранспортных машин для получения минимального риска их столкновения и травмирования водителей.

Методология. Исследования были проведены в ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, ФГБОУ ВО БГУ имени академика И.Г. Петровского, а экспериментально-хозяйственная часть – на базе КФХ Драп И.И. в Орловской области.

Результаты. Основными негативными факторами в сельскохозяйственном производстве России при выполнении транспортных работ являются воздействие на водителей физических и психофизиологических перегрузок, что, в конечном итоге, связано с точностью реагирования на возможные опасности столкновения автотранспортных машин. В соответствии с целью исследования моделирование условий и безопасности труда водителей построено по принципу «вход-выход», входным – является процесс изменения скорости движения, а в качестве выходного – процесс изменения риска столкновения сельскохозяйственных автотранспортных машин. По реализациям входных и выходных процессов были получены корреляционные функции, спектральные плотности изучаемых процессов, показатель безопасности функционирования автотранспортных машин, рекомендуемый скоростной режим, при котором снижается риск травмирования. Для получения реализаций изучаемых процессов, в частности, для измерения тормозного пути и определения риска столкновения грузовых автомобилей марки КАМАЗ, был создан измерительно-регистрационный комплекс с использованием устройства «пятое колесо», в котором первая контактная группа в виде герконового датчика и магнита установлены на устройстве, при вращении которого, закрепленный на колесе магнит, замыкает контакты герконового датчика и таким образом, фиксируются обороты колеса. Вторая контактная группа установлена в районе педали тормоза автомобиля, при нажатии на которую начинается отсчет времени и оборотов колеса. Устройство для замера количества оборотов колеса измерительно-регистрационный комплекс с разработанной компьютерной программой, позволяет фиксировать моменты нажатия и отпускания педали тормоза и оборотов колеса. Для получения допустимого скоростного режима необходимо было определить минимальные значения дисперсии выходного процесса риска столкновения, которые были взяты исходя из значений спектральных плотностей входного процесса скорости движения при минимальном статистическом значении риска травмирования водителей указанных машин.

Заключение. Рекомендуемыми значениями скоростей движения автотранспортных машин «КамАЗ-4326-2», 8т; «КамАЗ-4326-2», 12т; «КамАЗ-43114», 10т; «КамАЗ-43114», 16т соответственно являются: 15,78 м/с (56, 8 км/ч); 16,5 м/с (59, 4 км/ч); 17,6 м/с (63,36 км/ч); 17,5 м/с (63 км/ч), а установ-



ленными допустимыми параметрами процесса $R_{ст}(t)$ - при скорости движения ведущей автотранспортной машины (8,33-16,67) м/с (30- 60 км/ч): положительный допуск - 0,74 м/с; 0,60 м/с; 0,52 м/с; 0,64 м/с (2,66 км/ч; 2,16 км/ч; 1,87 км/ч; 2,3 км/ч), отрицательный допуск - 0,8 м/с; 0,63 м/с; 0,62 м/с; 0,99 м/с (2,88 км/ч; 2,27 км/ч; 2,23 км/ч; 3,56 км/ч) соответственно, что позволяют повысить безопасность труда водителей автотранспортных машин в условиях деформируемого грунта (пашня, стерня) и грунтовой дороги (суглинок). Установленные рекомендуемые и допускаемые параметры процесса $R_{ст}(t)$ при средних значениях скоростей и их реализация позволили для «КамАЗ-4326-2», 8 т снизить риск травмирования $R_{тп}$ водителей при рекомендуемом значении скорости движения САТМ 56,8 км/ч, что составило 1,69 раза, для «КамАЗ-4326-2», 12 т при скорости движения 59,4 км/ч риск травмирования снизился в 1,34 раза; для «КамАЗ-43114», 10 т при скорости движения 63,4 км/ч риск травмирования снизился в 1,55 раза; для «КамАЗ-43114», 16 т при скорости движения 63 км/ч риск травмирования снизился в 1,21 раза.

Ключевые слова: безопасность водителей, сельскохозяйственные автотранспортные машины, риск травмирования, скорость движения, моделирование условий и безопасности, показатель безопасности функционирования, измерительно-регистрационный комплекс, рекомендуемый скоростной режим, положительный и отрицательный допуски.

Для цитирования: Савельев А. П., Белова Т. И., Старченко Е. В. Улучшение показателей безопасности функционирования сельскохозяйственных автотранспортных машин// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 126- 134 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.80.49.019>

TECHNICAL SCIENCES

Original article

IMPROVING THE SAFETY PERFORMANCE OF AGRICULTURAL VEHICLES

Anatoly P. Savelyev¹, Tatiana I. Belova²✉, Elena V. Starchenko³

¹ N.P. Ogarev Mordovian State University

² Bryansk State Agrarian University

³ Bryansk State University Named after Academician I.G. Petrovsky

¹ tbsap52@mail.ru

² belova911@mail.ru

³ elena19191911@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research is the theoretical substantiation and practical implementation of the choice of the velocity mode of agricultural vehicles in order to obtain a minimal risk of their collision and injury to drivers.

Methods. The studies were carried out at Bryansk State Agrarian University, BSU Named after Academician I.G. Petrovsky, and the experimental and economic part were carried out on the basis of PFE Drap I.I. in Oryol region.

Results. The main negative factors in the agricultural production of Russia when transporting are physical and psycho-physiological overloads for drivers, that is ultimately associated with the accuracy of response to possible dangers of a collision of vehicles. In accordance with the purpose of the study, modeling of working conditions and safety of drivers was built on the "input-output" principle, where the input is the process of changing the velocity of movement and the output is the process of changing the risk of collision of agricultural vehicles. Based on the implementation of input and output processes, correlation functions, spectral densities of the studied processes, an indicator of the safety of the operation of vehicles, and a recommended velocity mode, which reduced the risk of injury, were obtained. To obtain implementations of the processes under study, in particular, to measure the braking distance and determine the risk of collision of KAMAZ trucks, a measuring and recording complex was created using the "fifth wheel" device, where the first contact group in the form of a reed switch and a magnet was installed, during the rotation of which, the magnet fixed on the wheel, closed the contacts of the reed switch and thus, the wheel velocity was recorded. The second contact group was installed in the area of the brake pedal of the car. When pressed, the countdown of time and wheel acceleration began. A device for measuring the number of wheel revolutions of the measuring and recording complex with a developed computer program allowed to record the moments of pressing and releasing the brake pedal and wheel revolutions. To obtain an acceptable velocity regime, it was necessary to determine the minimum values of the variance of the output process of the risk of collision, which were taken based on the values of the spectral densities of the input process of the velocity at the minimum statistical value of the risk of injury to the drivers of these vehicles.

Conclusion. The recommended velocity s for the movement of "KamAZ-4326-2", 8 t; KamAZ-4326-2, 12 t; KamAZ-43114, 10 t; "KamAZ-43114", 16 t, respectively, were: 15.78 m/s (56.8 km/h); 16.5 m/s (59.4 km/h);

17.6 m/s (63.36 km/h); 17.5 m/s (63 km/h), and with the established permissible process parameters $R_{st}(t)$ at the velocity of the driving vehicle (8.33-16.67) m/s (30-60 km/h) were as follows: the positive tolerance was 0.74 m/s; 0.60 m/s; 0.52 m/s; 0.64 m/s (2.66 km/h; 2.16 km/h; 1.87 km/h; 2.3 km/h), the negative tolerance was 0.8 m/s; 0.63 m/s; 0.62 m/s; 0.99 m/s (2.88 km/h; 2.27 km/h; 2.23 km/h; 3.56 km/h), respectively, that can improve the safety of drivers of vehicles in conditions of deformable soil (arable land, stubble) and a natural road (loam). The established recommended and permissible process parameters $R_{st}(t)$ at average velocity s and their implementation made it possible for KamAZ-4326-2, 8 t to reduce the risk of injury R_{tr} to drivers at the recommended SATM velocity of 56.8 km/h, which was 1.69 times. The risk of injury decreased by 1.34 times for "KamAZ-4326-2", 12 t at a velocity of 59.4 km/h, by 1.55 times for KamAZ-43114, 10 t at a velocity of 63.4 km/h and by 1.21 times for KamAZ-43114, 16 t at a velocity of 63 km/h.

Key words: safety of drivers, agricultural vehicles, risk of injury, velocity of movement, modeling of conditions and safety, performance safety indicator, measuring and recording complex, recommended speed limit, positive and negative tolerances.

For citation: Savelyev A.P., Belova T. I., Starchenko E.V. Improving the safety performance of agricultural vehicles// Herald of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, №1. P 126 - 134 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.80.49.019>

Введение

Проблема повышения безопасности водителей автотранспортных машин (АТМ) исследуется многими отечественными, и зарубежными учеными, в работах которых рассматриваются методология обеспечения безопасности дорожного движения и безопасности труда на производстве, причины возникновения несчастных случаев на производстве, методы выявления и снижения риска травмирования водителей, влияние психологических особенностей водителей, управление техническими системами обеспечения безопасности, современные подходы к транспортному обслуживанию промышленных и сельскохозяйственных предприятий и т.д.

Теоретические основы повышения безопасности водителей сельскохозяйственных автотранспортных машин

Основными вредными и опасными производственными факторами [1-5], воздействующими на водителей сельскохозяйственных автотранспортных машин (САТМ), являются длительное время нахождения работающих при повышенных физических (до 30%) и психофизиологических перегрузках (до 40%). Отсутствие средств непрерывного контроля и управления автотранспортной машиной не позволяет обеспечить безопасную дистанцию до препятствия.

В соответствии с целью исследования моделирование условий и безопасности труда водителей САТМ представлено на рис. 1 в виде одноблочной модели [6-9], где входными воздействиями блока В являются процессы изменения скоростей движения $V_1(t)$, $V_2(t)$, $V_3(t)$, соответственно, первой, второй и третьей САТМ, а выходными - процессы изменения риска столкновения $R_{cm,1,2}(t)$, $R_{cm,2,3}(t)$, указанных машин. Операторы A_1 , A_2 , A_2' , A_3 , $A_{1,2}$, $A_{2,3}$ зависят от условий эксплуатации САТМ, а обратные связи $1_{(1,2)}$, $1_{(2,3)}$, $2_{(1,2)}$ и $2_{(2,3)}$ связаны с соблюдением экспозиционного допуска Δ_1 на отклонение параметра процессов $R_{cm}(t)$ от настроенного значения $R_{cm,mp}$ с целью соблюдения эксплуатационного допуска Δ_{s1} за счет совершенствования условий эксплуатации ($1_{(1,2)}$, $1_{(2,3)}$) и исполнительного допуска Δ_{i1} за счет повышения эффективности средств охраны труда ($2_{(1,2)}$, $2_{(2,3)}$).

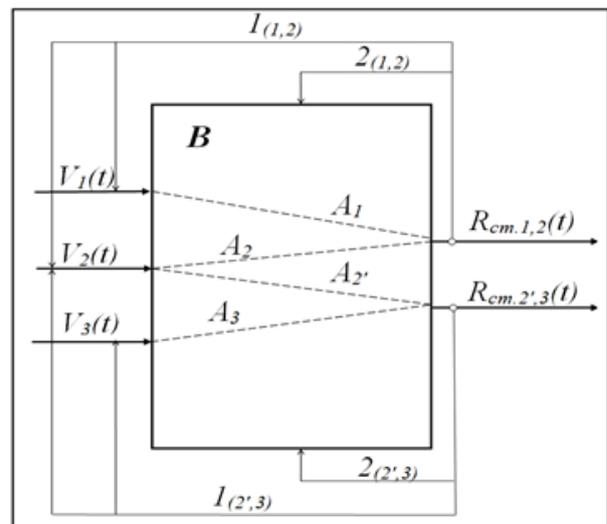


Рис. 1 - Моделирование условий и безопасности труда водителей САТМ (Modeling of working conditions and safety of SATM drivers)

Разработка экспериментальной установки для определения длины тормозного пути сельскохозяйственных автотранспортных машин

Для достижения поставленной цели исследования была разработана экспериментальная установка в виде измерительно-регистрирующего комплекса, схема которой приведена на рисунке 2,а, а устройство для замера количества оборотов колеса САТМ - на рис.2,б. Элементами комплекса являются блок управления и обработки информации 1; персональный компьютер 2; герконовый датчик 3; магнит 4; ключ, фиксирующий нажатие тормоза 5.

В измерительно-регистрирующей комплексе контактная группа (КГ) K_1 в виде герконового датчика и магнита установлены на устройстве «пятое колесо», при вращении которого, закрепленный на колесе магнит, замыкает контакты герконового датчика и, таким образом, фиксируются обороты колеса. Контактная группа K_2 установлена в районе педали тормоза автомобиля, при нажатии на педаль которого начинается отсчет времени и оборотов колеса. В устройстве для замера количества



оборотов колеса измерительно-регистрирующего комплекса с разработанной компьютерной программой позволяют: фиксировать моменты нажатия и отпущения педали тормоза и обороты колеса. Замыкание КГ K_2 является «стартом» к началу отсчета времени и началу счета замыканий КГ K_1 . До тех пор пока КГ K_2 не замкнут, замыкания КГ K_1 не фиксируются. После того как КГ K_2 будет разомкнут, отсчет времени и оборотов колеса необходимо остановить. В программе предусмотрена возможность построения графика по двум параметрам - количеству оборотов колеса и времени.

Устройство для замера количества оборотов колеса (рис.2,б) измерительно - регистрирующего комплекса с разработанной программой, которая базируется на плате WAVGATUNOR3 и протоколе передачи данных, позволяет сообщать о происшедшем событиях на устройстве: фиксировать моменты нажатия и отпущения педали тормоза и оборотов колеса.

Элементами устройства являются:

- порт №13 и №10 - питание 5V;
- порт №12 - герконовый датчик для подсчета оборотов (последовательное замыкание и размы-

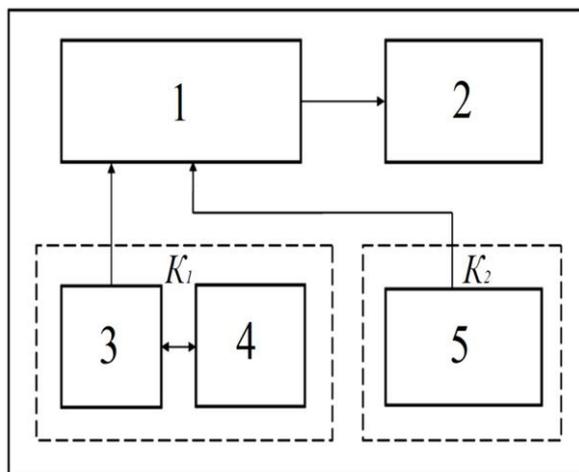
кание с магнитом означает 1 оборот колеса);

- порт №11 - ключ, фиксирующий нажатие тормоза.

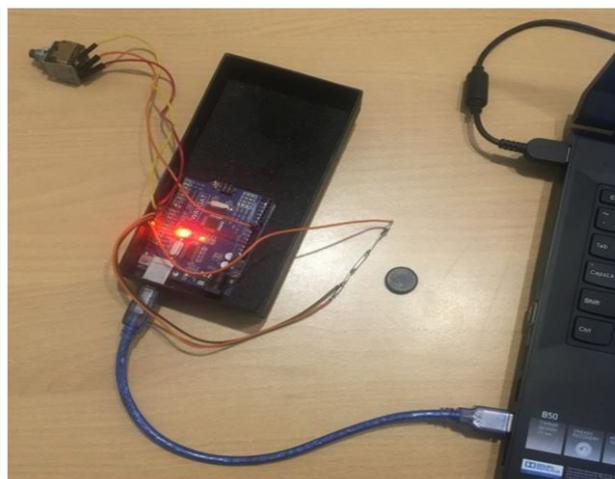
Для корректной фиксации сигналов от датчиков, на устройстве производится проверка стабильности поступающего сигнала. Если в течение определенного количества замеров сигнал с датчиков не был изменен, то данный сигнал будет считаться стабильным и только после этого будет зафиксировано соответствующее событие.

Для передачи данных от устройства используется последовательный порт со скоростью передачи данных - 9600 бит в секунду. Когда устройство фиксирует нажатие тормоза, производится отправка по последовательному порту байта - 0x44 (латинская буква «D» в символьном представлении).

При фиксации устройством отпущения тормоза происходит отправка байта 0x55 (латинская буква «U» в символьном представлении). Если во время нажатого тормоза был зафиксирован сигнал оборота колеса, то по последовательному порту будет отправлен байт 0x54 (латинская буква «T» в символьном представлении).



а)



б)

Рис. 2 - Схема функционирования измерительно-регистрирующего комплекса (а); устройство для замера количества оборотов колеса АТМ (б)

(The scheme of functioning of the measuring and recording complex (a); a device for measuring the number of revolutions of the ATM wheel (b))

Программа для обработки и построения графиков тормозного пути [10, 11] была разработана в среде программирования Microsoft VisualStudio 2019, с использованием языка программирования C# на программной платформе .NETCore 5.0, которая через com-порт или LPT-порт фиксирует замыкания ключей контактных групп K_1 и K_2 . При этом замыкание ключа K_2 является «стартом» к началу отсчета времени (точность отсчета 0,1) и началу счета замыканий ключа K_1 . До тех пор пока ключ K_2 не замкнут, замыкания ключа K_1 не фиксируются. После того как ключ K_2 будет разомкнут (автомобиль остановился и педаль тормоза вернулась в исходное состояние), отсчет времени и

оборотов колеса необходимо остановить.

Два значения, количество оборотов (длина окружности колеса 1 метр, т.е. 1 оборот соответствует этому расстоянию) и время необходимы для построения графика изменения перемещения при торможении автомобиля. В программе предусмотрена возможность построения такого графика. Перед нажатием на кнопку «построить график» в главном окне программы (рис.3) необходимо ввести значение начальной скорости. График должен строиться в отдельном окне с автоматическим масштабированием по осям (рис.4), а также - возможностью сохранения данных в графическом виде.

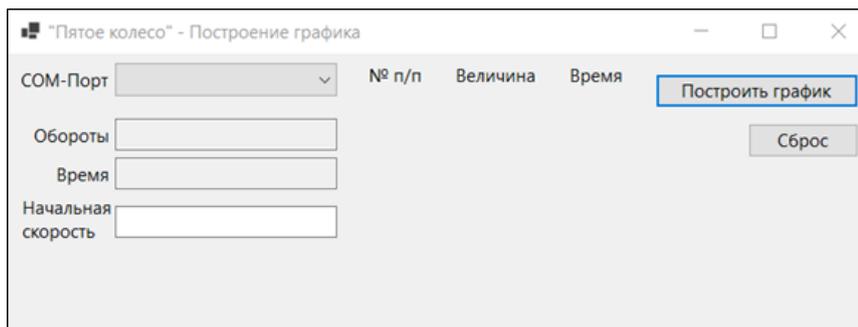


Рис. 3 - Главное окно программы
(The main window of the program)

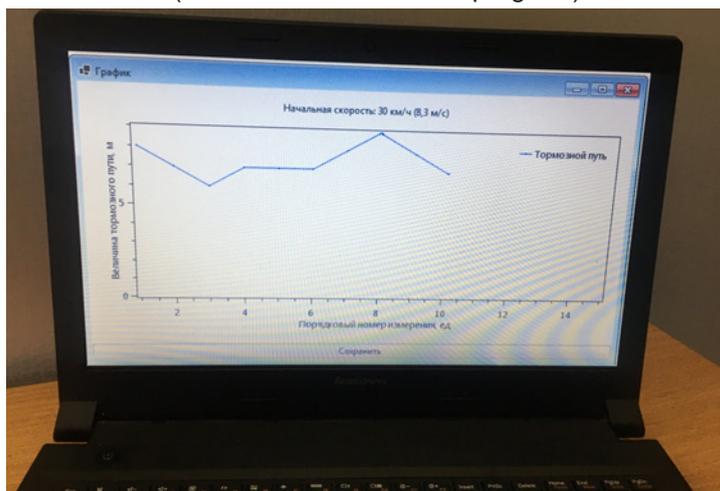


Рис. 4 - Окно программы для построения графика
(The window of the program for plotting)

Логика работы программы заключается в следующем. Программа получает данные с выбранного последовательного порта и поддерживает два вида протоколов, основанных на получаемых данных и событиях.

В первом случае, программа рассчитана на получение уже обработанных устройством данных, а функция программы заключается только в запоминании этих значений и построении графика. Программа ожидает от устройства структуру, где хранится время замера и количество совершенных оборотов, преобразует их и хранит.

Во втором случае, программа рассчитана на получение от устройства сигналов о совершенных событиях: оборота колеса, нажатия на педаль тормоза, отжатия педали тормоза.

Программа ожидает от устройства 1 байт данных, который соответствует определенному событию: байт 0x54 - совершено событие полного оборота колеса; байт 0x44 - совершено событие нажатия на педаль тормоза; байт 0x55 - совершено событие отжатия педали тормоза.

Если получен сигнал о нажатии на педаль тормоза, то программа инициирует получение данных об оборотах колеса, и обрабатывает их до тех пор, пока не будет получен сигнал об отжатии педали тормоза.

Как только педаль будет отжата, программа сохраняет общее число оборотов колеса.

Программа имеет возможность построить гра-

фик, где будут указаны значения тормозного пути и порядковые номер измерений, рассчитанные на основе начальной скорости и полученных от устройства значений оборотов при помощи программного модуля OxyPlot.

Программа имеет возможность сохранить построенный график в виде изображения формата PNG.

Пользовательский интерфейс выполнен в виде главного окна программы с расположенными следующими элементами управления: выпадающий список используется для выбора COM-порта, к которому подключено устройство; текстовое поле вывода количества оборотов и продолжительности эксперимента; текстовое поле ввода начальной скорости; таблица с результатами проведения замеров, имеющая поля порядкового номера измерения, величины тормозного пути и времени измерения; кнопок построения графика и сброса всех результатов измерений.

Результаты экспериментальных исследований получения рекомендуемых параметров скоростного режима сельскохозяйственных автотранспортных машин

Результатами проведенных экспериментов и обработки полученных данных [12, 13] были параметры входных и выходных процессов снижения риска столкновения САТМ, оптимальные показатели безопасности функционирования машин с оценкой эффективности использования методов



и средств снижения риска травмирования водителей указанных машин.

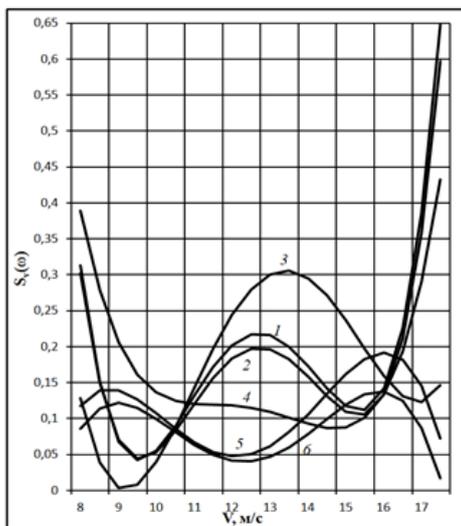
При обосновании выбора допустимого скоростного режима исходили из условия [14] получения минимального значения дисперсии D_R процесса $R_{ct}(t)$, исходными данными для этого были значения спектральной плотности процесса $V_d(t)$ (рис.5), которые получены по данным [15-18] при скорости агрегата $V_d^{рек}$, соответствующей минимальному

статистическому значению M_R).

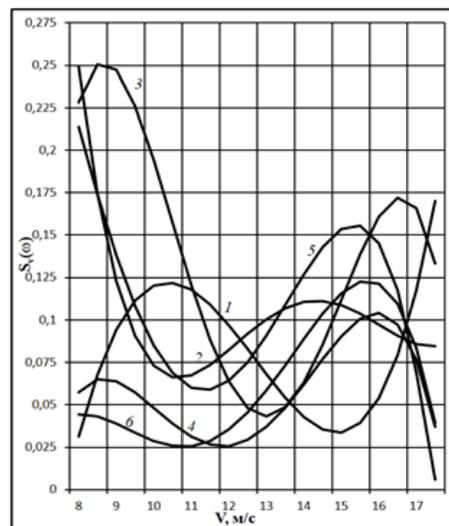
Задавшись различными значениями скоростей движения автотранспортных машин, находили значения показателей безопасности функционирования $[A(\omega)^2]$ им соответствующие и рассчитывали зависимость дисперсий процессов $R_{ct}(t)$ от скоростей движения автотранспортной машины, приведенные в таблице 1 для САТМ «КамАЗ-43114», 10 т; «КамАЗ - 43114», 16 т.

Таблица 1 - Зависимости значений дисперсий процесса $R_{ct}(t)$ от скорости движения САТМ «КамАЗ-43114», 10т; «КамАЗ-43114», 16т

V_d , м/с	D_R при скорости движения (8,498-16,967)м/с	D_R при скорости движения(8,762-17,076) м/с
8,0	0,176477	0,069675
8,5	0,156648	0,071508
9,0	0,138136	0,071740
9,5	0,120940	0,070563
10,0	0,105060	0,068168
10,5	0,090498	0,064746
11,0	0,077251	0,060489
11,5	0,065321	0,055588
12,0	0,054708	0,050233
12,5	0,045411	0,044617
13,0	0,037431	0,038930
13,5	0,030767	0,033363
14,0	0,025420	0,028109
14,5	0,021389	0,023357
15,0	0,018675	0,019300
16,0	0,017196	0,014033
16,5	0,018432	0,013206
17,0	0,020984	0,013838
17,5	0,024852	0,01612
18,0	0,030037	0,020244
18,5	0,036539	0,026401
19,0	0,044357	0,034782
19,5	0,053491	0,045578
20,0	0,063943	0,058981
20,5	0,07571	0,075181



а)



б)

Рис. 5- Спектральные плотности $S_v(\omega)$ процесса $V_d(t)$: а) «КамАЗ-43114», 10 т, б) «КамАЗ-43114», 16 т при средних значениях скоростей САТМ (8,33-16,67) м/с (суглинок)
(Spectral densities $S_v(\omega)$ of the process $V_d(t)$: а) "KamAZ-43114", 10 t, б) "KamAZ-43114", 16 t at average SATM velocities (8.33-16.67) m/s (loam))



В целях обеспечения безопасности водителей САТМ рекомендуемая скорость движения машин в случаях «КамАЗ-43114», 10т; «КамАЗ-43114», 16т, соответственно, являлась 17,6 м/с; 17,5 м/с и при достаточно жестком ($\beta=0,01$) допуском на отклонение D_R от номинального уровня, соответствующее рекомендованному значению скорости движения машин, определяли допускаемые параметры: (8,420-16,594) м/с для «КамАЗ-43114», 10; (8,762-17,076) м/с для «КамАЗ-43114», 16т при положительном допуске - 0,52 м/с; 0,64 м/с; отрицательном допуске - 0,62 м/с; 0,99 м/с, соответственно.

Заключение

Получены диапазоны скоростного режима автотранспортных машин для «КамАЗ-4326-2», 8 т - 14,98-16,52 м/с (53,92-59,46 км/ч); «КамАЗ-4326-2», 12 т - 15,87-17,10 м/с (57,13-61,56 км/ч); «КамАЗ-43114», 10 т - 16,98-18,12 м/с (61,03-65,23 км/ч); «КамАЗ-43114», 16 т - 16,51-18,14 м/с (59,44-65,30 км/ч) при соответствующих рекомендуемых значениях скорости движения 15,78 м/с (56, 8 км/ч); 16,5 м/с (59, 4 км/ч); 17,6 м/с (63,36 км/ч); 17,5 м/с (63 км/ч) указанных машин.

Список источников

1. Шкрабак, Р.В. Сравнительный анализ состояния условий и охраны труда в ленинградской области / Р.В. Шкрабак, Е.И. Овчинникова, О.В. Белякова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2010. - № 21. - С. 313-319. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18026631>.
2. Павлов, Б.В. Состояние условий и охраны труда работников АПК и пути их улучшения / Б. В. Павлов, А. В. Шкрабак // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: сборник научных трудов международной научно-практической конференции молодых учёных (Санкт-Петербург-Пушкин, 27-28 февраля 2017 года). - Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. - С. 347-350. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29403852>.
3. Шкрабак, В. С. Трудоохранные проблемы техносферной безопасности в АПК и пути их решения / В. С. Шкрабак // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: сборник научных трудов международной научно-практической конференции молодых учёных (Санкт-Петербург-Пушкин, 27-28 февраля 2017 года). - Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. - С. 350-353. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29403853>.
4. Файнбург, Г.З. X-Фактор (К вопросу о классификации вредных и опасных производственных факторов) / Г.З. Файнбург // Безопасность и охрана труда, 2014. - № 2(59). - С. 4-14. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23045089>
5. Романов, А. Н. Автотранспортная психология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Н. Романов. - Москва: Издательский центр «Академия», 2002. - 224 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001837602>
6. Novikov, A. Development of approach to reduce number of accidents caused by drivers / A.

Novikov, V. Vasilieva, A. Shevtsova // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21–24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 491-498. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.090.

7. Akhmadieva, R. S. Management of the life safety provision system on roads / R. S. Akhmadieva, R. N. Minnikhanov // Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2016. – Vol. 7. – No 2. – P. 193-201. – DOI 10.14505/jarle.v7.2(16).02.

8. Shevtsova, A. Development of an approach to determination of coupling qualities of road covering using weather-climate factor / A. Shevtsova, A. Novikov // Journal of Applied Engineering Science. – 2021. – Vol. 19. – No 1. – P. 30-36. – DOI 10.5937/jaes0-26642.

9. Research of Influence of Dynamic Characteristics for Options Controlled Intersection / A. Novikov, A. Katunin, I. Novikov, A. Shevtsova // Procedia Engineering (см. в книгах). – 2017. – Vol. 187. – P. 664-671. – DOI 10.1016/j.proeng.2017.04.429.

10. Петин, В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things / В.А. Петин. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. -320 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008140833>

11. Зайцев, И.А. Высшая математика: учеб. для студентов с.-х. вузов / И.А. Зайцев. - 3-е изд., испр. - Москва : Дрофа, 2004. - 398 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002433125>

12. Increasing The Safety Of The Vehicle Driver Using The Braking Distance Detectors / Т. I. Belova, V. E. Torikov, A. V. Titenok [et al.] // Natural Volatiles and Essential Oils. – 2021. – Vol. 8. – No 4. – P. 7830-7839. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47281200>

13. Белова, Т.И. Оценка эффективности снижения рисков столкновения сельскохозяйственных автотранспортных машин и травмирования водителей / Т.И. Белова, С.С. Сухов, В.И. Растягаев [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. - 2019. - № 4(48). - С. 95-102. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41803190>

14. Белова, Т. И. Обеспечение эксплуатационной безопасности тягово-приводных МТА: монография / Т. И. Белова, А. П. Лапин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс. - Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс», 2011. - 352 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19517633>

15. Белова, Т.И. Повышение безопасности водителей грузового автомобильного транспорта в сельскохозяйственном производстве / Т. И. Белова, С. С. Сухов, В. И. Растягаев [и др.] // Вестник НЦБЖД. – 2019. – № 4(42). – С. 67-75. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41664879>

16. Сухов, С. С. Повышение безопасности операторов сельскохозяйственных самоходных транспортных машин минимизацией опасностей столкновения и совершенствованием технических средств : специальность 05.26.01 "Охрана труда (по отраслям)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сухов Сергей Сергеевич. – Орел, 2006. – 150 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007653755>



17. Сухов, С. С. Снижение риска травмирования водителя совершенствованием методики расчета тормозной динамики автотранспортного средства / С. С. Сухов // Качество и жизнь. – 2019. – № 2(22). – С. 124-128. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39264117>

18. Сухов, С. С. Предотвращение столкновения и снижения риска травмирования водителей автотранспортных средств созданием системы активной безопасности / С. С. Сухов // Вестник НЦБЖД. – 2019. – № 1(39). – С. 130-134. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37197050>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Shkrabak, R.V. Comparative analysis of the state of labor conditions and safety in the Leningrad region / R.V. Shkrabak, E.I. Ovchinnikova, O.V. Belyakova // Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University, 2010. - No. 21. - pp. 313-319. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18026631>.
2. Pavlov, B.V. The state of conditions and labor protection of agricultural workers and ways to improve them / B. V. Pavlov, A.V. Shkrabak // The role of young scientists in solving urgent problems of agriculture: a collection of scientific papers of the international scientific and practical conference of young scientists (St. Petersburg-Pushkin, February 27-28, 2017). - St. Petersburg-Pushkin: St. Petersburg State Agrarian University, 2017. - pp. 347-350. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29403852>.
3. Shkrabak, V. S. Labor protection problems of technosphere safety in the agro-industrial complex and ways of their solution / V. S. Shkrabak // The role of young scientists in solving urgent problems of the agro-industrial complex: a collection of scientific papers of the international scientific and practical conference of young scientists (St. Petersburg-Pushkin, February 27-28, 2017). - St. Petersburg-Pushkin: St. Petersburg State Agrarian University, 2017. - pp. 350-353. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29403853>.
4. Feinburg, G.Z. X-Factor (On the classification of harmful and hazardous production factors) / G.Z. Feinburg // Safety and labor protection, 2014. - № 2(59). - P. 4-14. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23045089>
5. Romanov, A. N. Motor transport psychology: a textbook for students. higher. studies, institutions / A. N. Romanov. - Moscow: Publishing Center "Academy", 2002. - 224 p. - URL: <https://search.rsl.ru/record/01001837602>
6. Novikov, A. Development of approach to reduce the number of accidents caused by drivers / A. Novikov, V. Vasilieva, A. Shevtsova // Transportation Research Procedure : 14, Saint Petersburg, October 21-24, 2020. – Saint Petersburg, 2020. – P. 491-498. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.090.
7. Akhmadieva, R. S. Management of the life safety provision system on roads / R. S. Akhmadieva, R. N. Minnikhanov // Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2016. – Vol. 7. – No 2. – P. 193-201. – DOI 10.14505/jarle.v7.2(16).02.
8. Shevtsova, A. Development of an approach to determination of coupling qualities of road covering using weather-climate factor / A. Shevtsova, A. Novikov // Journal of Applied Engineering Science. – 2021. – Vol. 19. – No 1. – P. 30-36. – DOI 10.5937/jaes0-26642.
9. Research of Influence of Dynamic Characteristics for Options Controlled Intersection / A. Novikov, A. Katunin, I. Novikov, A. Shevtsova // Procedia Engineering (see books). – 2017. – Vol. 187. – P. 664-671. – DOI 10.1016/j.proeng.2017.04.429.
10. Petin, V.A. Arduino and Raspberry Pi in Internet of Things projects / V.A. Petin. - Saint Petersburg: BHV-Petersburg, 2016. -320 p. - URL: <https://search.rsl.ru/record/01008140833>
11. Zaitsev, I.A. Higher mathematics: studies. for students of agricultural universities / I.A. Zaitsev. - 3rd ed., ispr. - Moscow : Bustard, 2004. - 398 p. - URL: <https://search.rsl.ru/record/01002433125>
12. Increasing The Safety Of The Vehicle Driver Using The Braking Distance Detectors / T. I. Belova, V. E. Torikov, A. V. Titenok [et al.] // Natural Volatiles and Essential Oils. – 2021. – Vol. 8. – No 4. – P. 7830-7839. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47281200>
13. Belova, T. I. evaluation of the effectiveness of reducing the risk of collision vehicles agricultural machines and injury to drivers / T. I. Belova, S. Sukhov, V. I. Rastegaev [et al.] // Bulletin of agricultural science of the don. - 2019. - № 4(48). - Pp. 95-102. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41803190>
14. Belova, T. I. Ensuring operational safety of traction and drive MTA: monografiya / T. I. Belova, A. P. Lapin; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, State University - educational, scientific and production complex. - Orel: FSBEI HPE "State University - educational, scientific and production complex", 2011. - 352 p. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19517633>
15. Belova, T.I. Improving the safety of truck transport drivers in agricultural production / T. I. Belova, S. S. Sukhov, V. I. Rastyagaev [et al.] // Bulletin of the National Railway. – 2019. – № 4(42). – PP. 67-75. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41664879>
16. Sukhov, S. S. Improving the safety of operators of agricultural self-propelled transport vehicles by minimizing collision hazards and improving technical means: specialty 05.26.01 "Occupational safety (by industry)": dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Sukhov Sergey Sergeevich. - Orel,



2006. - 150 p. - URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007653755>

17. Sukhov, S. S. Reducing the risk of injury to the driver by improving the methodology for calculating the braking dynamics of a vehicle / S. S. Sukhov // *Quality and life*. – 2019. – № 2(22). – PP. 124-128. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39264117>

18. Sukhov, S. S. Collision prevention and reduction of the risk of injury to drivers of motor vehicles by creating an active safety system / S. S. Sukhov // *Bulletin of the National Railways*. – 2019. – № 1(39). – Pp. 130-134. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37197050>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Савельев Анатолий Петрович, д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, tbsap52@mail.ru

Белова Татьяна Ивановна, д-р. техн. наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, Брянский государственный аграрный университет, belova911@mail.ru

Старченко Елена Васильевна, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, elena19191911@yandex.ru

Information about the authors

Savelyev Anatoly Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Life Safety, N.P. Ogarev Mordovian State University, tbsap52@mail.ru

Belova Tatiana Ivanovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University, belova911@mail.ru

Starchenko Elena Vasilevna, Senior Lecturer of the Department of Life Safety, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, elena19191911@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 18.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 796.022
DOI: 10.36508/RSATU.2022.89.50.015

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕНАЖЕРОВ

Симдянкин Аркадий Анатольевич

РГУФКСМи Т
seun2006@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследования являлось повышение точности передачи усилий за счет компенсации паразитных сил нагрузителя тренажера.

Методология. Основана на сравнении и анализе существующих способов организации усилий наименее травмоопасных гребных тренажеров, относящихся к кардиотренажерам, которые сопоставимы по разнообразию нагрузок на мышцы с многофункциональной силовой мультистанцией. Рассмотрены тренажеры, использующие пружины, воздушные и водяные маховики, пневматические цилиндры, магнитные и электромагнитные механизмы действия. Показаны недостатки указанных выше типов гребных тренажеров, состоящие, в частности, в резкой смене нагрузки, которая может к тому же являться неоптимальной для тренирующегося.

Результаты. Предложенная схема тренажера включает монитор, на который выводятся различным цветом «идеальные» усилия для копирования тренирующимся и усилия, которые он развивает; электро-механический имитатор нагрузки; электрический усилитель-преобразователь сигнала; регистрирующая катушка индуктивности; соленоид; сумматор; компенсатор «паразитных» сил. Механизм компенсации «паразитных» сил нагрузителя и введение возможности учета несимметричности сил, прикладываемых тренирующимся на левое и правое весла, позволил расширить потребительские свойства и возможности гребного тренажера. При этом «паразитные» силы учитываются по левой и правой сторонам тренажера независимо друг от друга.

Заключение. Предлагаемая схема компенсаций паразитных сил нагрузителя позволяет с высокой точностью имитировать задаваемую силу сопротивления движению весла в воде, прикладываемую как на левое весло спортивной лодки для академической гребли или байдарки, так и на правое, в том числе несимметричную по веслам.

Ключевые слова: гиподинамия, гребля, силовые нагрузки, тренажер, тренировка

Для цитирования: Симдянкин А.А. Физические основы расширения функциональных возможностей тренажеров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 135-140. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.89.50.015>

TECHNICAL SCIENCES

Original article

PHYSICAL BASICS OF EXPANDING THE FUNCTIONALITY OF SIMULATORS

Arkadii A. Simdiankin
RGUFKSMi T
seun2006@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. The aim of the study was to increase the accuracy of force transmission by compensating the parasitic forces of the simulator loader.

Methods. It is based on the comparison and analysis of existing methods of organizing the efforts of the least traumatic rowing simulators related to cardio machines, which are comparable in terms of a variety of muscle loads with a multifunctional power multi-station. Simulators using springs, air and water flywheels, pneumatic cylinders, magnetic and electromagnetic mechanisms of action are considered. The disadvantages of the above types of rowing simulators are shown, consisting, in particular, in a sharp change of load, which may, moreover, be suboptimal for the trainee.



Results. The proposed scheme of the simulator includes a monitor on which the "ideal" efforts for copying the trainee and the efforts that he develops are displayed in various colors; an electro-mechanical load simulator; an electric signal converter amplifier; a recording inductance coil; a solenoid; an adder; a compensator for "parasitic" forces. The mechanism for compensating the "parasitic" forces of the loader and the introduction of the possibility of taking into account the asymmetry of the forces applied by the trainee to the left and right oars allowed expanding the consumer properties and capabilities of the rowing simulator. At the same time, "parasitic" forces are taken into account on the left and right sides of the simulator independently of each other.

Conclusion. The proposed compensation scheme for the parasitic forces of the loader allows you to simulate with high accuracy the specified force of resistance to the movement of the paddle in the water, applied both to the left paddle of a sports boat for academic rowing or kayaking, and to the right, including the asymmetric oars.

Key words: physical inactivity, rowing, strength training, simulator, training

For citation: Simdiankin A.A.. Physical basics of expanding the functionality of simulators. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). С 135-140 (in Russ.) <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.89.50.015>

Введение

Согласно исследованиям российского рынка труда экспертами Министерства здравоохранения РФ самой «нездоровой» категорией работников оказались работники ИТ-сферы, из которых:

- 90 % периодически болеют гриппом и ОРВИ;
- 30 % страдают от проблем с опорно-двигательным аппаратом;
- 25 % имеют проблемы с желудочно-кишечным трактом.

Категорией, следующей за ними, являются медицинские работники и преподаватели, из которых каждый третий-четвертый страдает от сердечно-сосудистых заболеваний и имеет слабый иммунитет, вследствие чего они находятся на первых местах среди всего многообразия профессий по заболеваемости гриппом [1].

Все вышеперечисленное является результатом малоподвижного образа жизни – гиподинамии, которая относится к нарушениям функций организма (опорно-двигательного аппарата, кровообращения, дыхания и пищеварения), возникающим вследствие недостатка двигательной активности и снижения силы сокращения мышц. Распространённость малоподвижного образа жизни возрастает, в основном, в связи с урбанизацией, автоматизацией и механизацией труда. Кроме того, увеличение роли средств коммуникации и облегчение доступа к ним (особенно это касается дистанционной работы сотрудников) также приводит к негативным последствиям и усугубляет сложившуюся ситуацию.

По данным исследований врачей гиподинамия замедляет кровообращение, что приводит к сгущению крови (особенно при длительном нахождении в сидячем положении); ухудшению деятельности пищеварительных органов; отрицательным изменениям в работе центральной нервной системы, усилению подверженности стрессам, снижению реакций на изменения окружающей среды; снижению обмена веществ и иммунитета; возрастанию метеочувствительности; повышению в крови уровня холестерина [2-6].

Выход из ситуации является давно и хорошо известным – это сильная для каждого физическая активность [7]. К легкой физической активности, сопровождаемой невысокими энерготратами,

может быть отнесена прогулочная ходьба [8]. К умеренной – быстрая ходьба, работа средней тяжести, плавание умеренной интенсивности, катание на лыжах и коньках в среднем темпе, катание на велосипеде в невысоком темпе. К интенсивной нагрузке относятся продолжительный бег трусцой, бег в среднем темпе, аэробные танцы, быстрое плавание, бег на лыжах и коньках [9].

Отдельно следует отметить использование силовых нагрузок, являющихся упражнениями, направленными на укрепление мышц, заставляющих их работать или противостоять приложенной силе или весу [10]:

- тренировка в тренажерном зале с отягощением;
- упражнения с эспандером;
- упражнения на перекладине.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, каждый взрослый человек должен выполнять следующий объем физической нагрузки: два раза в неделю выполнение аэробных физических нагрузок средней интенсивности в течение 150 минут или раз в неделю аэробных физических нагрузок высокой интенсивности в течение 75 минут в сочетании с двухразовой силовой нагрузкой в неделю [11].

Оздоровительный эффект от сильных физических нагрузок, связанный с повышением аэробных возможностей организма, уровня общей выносливости и физической работоспособности, позволит соответствовать своему биологическому возрасту. Повышение физической работоспособности приведет к снижению факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, а умственной – повышению внимания, улучшению памяти и координации движений [12, 13].

Посещать тренажерный зал может и хочет не всякий человек, что связано как со свободным временем, так и оплатой занятий. Гораздо проще использовать для занятий свой собственный тренажер, при этом актуальным является вопрос его выбора.

Если поставленная цель — это похудение и поддержание тонуса организма, то следует выбрать кардиотренажер. Если есть необходимость изменить пропорции тела и набрать мышечную массу, то необходимо остановиться на силовых тренажерах. Как правило, совместить два эти



типа тренажера практически невозможно. Для домашних тренировок можно использовать беговую дорожку, велотренажер, эллиптический тренажер, степпер и гребной тренажер.

Беговая дорожка используется, в основном, для поддержания физической активности, разминки и легких кардионагрузок. Однако, несмотря на популярность и кажущуюся простоту, занятия на беговой дорожке травмоопасны. Для них нужна подготовка, специальная обувь и техника, при этом ударной нагрузке подвергаются суставы и позвоночник.

Велотренажер – не требует специальной подготовки, а изменение нагрузки сводится к ее регулировке, например, механическим винтом.

Эллиптический тренажер (орбитрек) – занятия на нем напоминают ходьбу на лыжах, поэтому он дает нагрузку на ноги, спину и руки. Эллипсоид имеет конструкцию, позволяющую снимать нагрузку с суставов и позвоночника.

Степпер — тренажер тех, кто особое внимание уделяет мышцам ног и ягодиц. Однако, поскольку движение имитирует подъем по лестнице во время тренировки, то ударно нагружаются соответствующие мышцы, а при неправильной позиции тела нагрузка передается на коленные суставы.

Гребной тренажер — занятие на нем напоминает греблю. Такой тип упражнений задействует не только мышцы ног, но также прорабатываются мышцы спины, плеч, рук и пресса. Интенсивные тренировки на гребном тренажере эффективно сжигают калории и увеличивают силовые показатели. Несмотря на серьезную работу всего тела и высокую нагрузку, гребные тренажеры безопасны. Одна из важных особенностей гребного тренажера заключается в том, что он не формирует ударную нагрузку на суставы нижних конечностей. Поэтому заниматься на подобном оборудовании могут даже те, у кого есть проблемы с тазобедренными и коленными суставами, а также люди с избыточным весом и возрастные спортсмены. Тем не менее, нельзя забывать о правильной технике выполнения упражнений на тренажере и о противопоказаниях.

Гребной тренажер относится к кардиотренажерам – с его помощью можно повысить аэробную способность организма, укрепить сердечную мышцу, улучшить работу кровеносной и дыхательной систем. Некоторые модели таких тренажеров напоминают многофункциональные силовые мультистанции [14, 15].

Выделяют 3 основных вида тренажеров для гребли.

1. Механические модели – принцип работы таких тренажеров базируется на сопротивлении гидравлических цилиндров. К минусам можно отнести то, что устройства имеют свойство неравномерно двигаться и издавать сильный шум. Плюс – простой механизм, который прост и в сборке.

2. Магнитные тренажеры оснащены магнитами, движение которых относительно друг друга и создает сопротивление. К плюсам можно отнести электронный дисплей со множеством функ-

ций; плавный ход; практически полное отсутствие шума; контроль расхода калорий и контроль частоты сердечных сокращений.

3. Электромагнитные устройства – принцип их работы базируется на электромагнитном сопротивлении (чтобы отрегулировать уровень нагрузки, нужно уменьшить или увеличить силу тока). Плюсы – те же, что и у магнитных тренажеров [16].

Материалы и методы исследования

Как было указано выше, очень важным для тренирующегося является правильность задания нагрузки и положения тела. Известно, что при парной гребле существует разница в силах, прикладываемых спортсменами на правое и левое весло [17]. Вследствие этого имитировать нагрузку на мышцы – как при скандинавской, так и центральной тяге – на тренажерах, использующих пружины, воздушные и водяные маховики, пневматические цилиндры, магнитные и электромагнитные механизмы действия, невозможно.

Известен способ, позволяющий повысить эффективность тренировки [18]. С помощью программно-управляющего устройства создают дополнительные внешние нагрузки, имитирующие сопротивление водной среды. При проведении тренировки учитывают отдельно энергию, затрачиваемую тренирующимся и производимую внешними силовыми добавками. Параметры внешних силовых добавок корректируют адекватно физическому состоянию тренирующегося. Программно-управляющее устройство соединено с электродвигателем постоянного тока с управляемыми характеристиками для создания дополнительных внешних силовых добавок. Электродвигатель смонтирован на валу барабана блока передачи усилий. Подвижная штанга несет рукоятку и гибкую тягу и пропущена сквозь трубу с возможностью продольного перемещения и поворота. Труба установлена на блоке передачи усилий. На станине смонтированы подвижное сиденье и упор для ног.

Кроме того, известен тренажер для тренировки, содержащий раму и опорную часть рамы, образованную опорами, скрепленными распоркой; нагрузочное устройство, представляющее собой свободно вращающуюся воздушную турбину, установленную на валу, который, в свою очередь, установлен на балке нагрузочного устройства, закрепленной на опорной части; выносную уключину, закрепленную на раме; имитатор весла, имеющий внутреннее и внешнее плечи с рукоятками на внутреннем плече, который устанавливается на выносную уключину с помощью вертлюга; звездочку, закрепленную на валу нагрузочного устройства, взаимодействующую с приводной цепью; кинематическую цепь, состоящую из последовательно соединенных между собой гибкой тяги, приводной цепи и резинового жгута, находящегося внутри балки нагрузочного устройства, при этом гибкая тяга огибает подвижный шкив, закрепленный на имитаторе весла посредством вращающейся втулки; подножку с упорами для ног, неподвижно закрепленную на раме; подвижную каретку



с сиденьем, перемещающуюся по раме [19].

К недостаткам таких устройств следует отнести высокую сложность настройки, а также – для последнего – проблемы с резкой сменой нагрузки вследствие инерционности нагружателя.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ недостатков показал, что необходимо расширить потребительские свойства и возможности тренажера с учетом несимметричности сил, прикладываемых тренирующимся на левое и правое весла, и с высокой точностью воспроизводящего задаваемые силы на веслах за счет компенсации «паразитных» сил нагружателя.

Функционирование тренажера осуществляется следующим образом (рис.).

В имитаторы нагрузки 4 вводятся массивы значений, полученные согласно формуле

$$I = \sqrt{2 \frac{Fl^2}{\mu_0 N^2 S}}$$

где F – сила, развиваемая при гребке, Н;
 μ_0 – магнитная проницаемость вакуума;
 I – сила тока;
 N – количество витков соленоида,
 S – площадь сечения соленоида;
 l – длина соленоида;

При этом компенсаторы 11 формируют сигнал с выхода

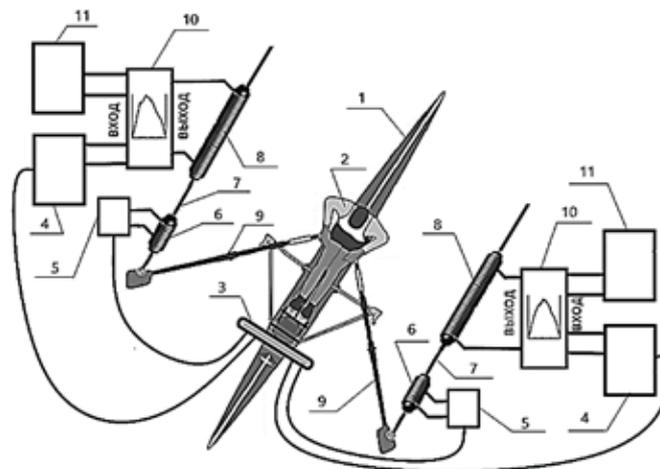
$$I_k = - \frac{\varepsilon}{R_{\text{акт}} + R_{\text{реак}}},$$

где ε – электродвижущая сила, В;

$R_{\text{акт}}$ – активное сопротивление соленоида 8;
 $R_{\text{реак}}$ – реактивное сопротивление соленоида 8.

Данные передаются с имитаторов нагрузки 4 на монитор 3, где визуализируются для тренирующегося 2 в виде графика (или графиков при применении обоих имитаторов весел 9), например, синего цвета. Это позволяет подобрать любую нагрузку для занимающегося на тренажере и компенсировать паразитные токи.

После этого тренирующийся берет руками имитаторы весел 9 и приступает к выполнению упражнения. Момент начала перемещения имитаторов весел 9 руками сопровождается подачей токов с имитаторов нагрузки 4 и компенсаторов 10 на входы сумматоров 11, а с его выходов – на соленоиды 8, формирующие силу противодействия перемещению сердечников 7 внутри соленоидов 8 по закону, соответствующему некоторой «эталонной» силе.



1 – корпус; 2 – тренирующийся; 3 – монитор; 4 – имитатор нагрузки; 5 – усилитель-преобразователь сигнала;
 6 – регистрирующая катушка индуктивности; 7 – сердечник; 8 – соленоид; 9 – имитатор весла; 10 – сумматор;
 11 – компенсатор

(Configuration of stationary rower: 1 – body; 2 – trainee; 3 – monitor; 4 – load simulator;
 5 – convertor amplifier; 6 – register impedance coil; 7 – plunger; 8 – solenoidal coil; 9 – paddle simulator;
 10 – adder; 11 – compensator)

Рис. – Схема тренажера для гребли

При этом сумматор 11 добавляет к сигналу, противодействующему перемещению сердечника 7 в соленоиде 8, нивелирующему электродвижущую силу индукции соленоида 8, сигнал, поступающий с компенсатора 11. Одновременно с этим с выходов катушек 6 на входы усилителей-преобразователей 5 поступает ток, характеризующий изменение силы, развиваемой тренирующимся в течение гребки имитаторами весел. Поступивший сигнал усиливается усилителями-преобразователями 5 и подается на соответствующий вход монитора 3, где визуализируется, например, красным цветом.

После чего тренирующийся может идентифицировать, где и насколько отклоняются показания силы его гребка от установленного в качестве «эталонного».

Далее тренирующийся делает противоположное движение имитаторами весел 9, приводя их в исходное состояние, при этом сердечники 7 занимают исходную позицию внутри соленоидов 8 и катушек индуктивности 6. В это же время монитор 3 передает визуализированные данные в память, очищая экран от изображения. Сигналы с выходов имитаторов нагрузки 4, компенсаторов 11 и сумма-



торов 10, а также усилителей-преобразователей 5 обнуляются. И устройство готово к новому циклу, который повторяется периодически в течение тренировки.

Заключение

Предлагаемый тренажер, в отличие от известных, позволяет имитировать силу сопротивления движению весла в воде, прикладывая ее как на левое весло спортивной лодки для академической гребли или байдарки, так и на правое, в том числе несимметричную по веслам.

Список источников

- Igor S. Petrukhin, Elena Yu Lunina. Cardiovascular Disease Risk Factors and Mortality in Russia: Challenges and Barriers. *Public Health Reviews*, Vol. 33, No 2, 436-449. URL: <https://publichealthreviews.biomedcentral.com/track/pdf/10.1007/BF03391645.pdf>
- Goje Mohammed, Salmiah Md Said, Ahmad Azuhairi Ariffin, Kamaruzaman Jusoff. Physical Inactivity and Its Associated Factors among University Students. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 13(10):119-130. October 2014. DOI:10.9790/0853-13101119130
- Ефанов, А.Ю. Современный взгляд на гиподинамию как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний / А.Ю. Ефанов, С.А. Ефанова // *Медицинская наука и образование Урала*. –2015.– Т. 16. № 2-1 (82). –С. 153-158. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gipodinamii-na-produktivnost-raboty-ofisnyh-sotrudnikov>
- Кардозу, В.М. Гиподинамия - болезнь цивилизации / В.М. Кардозу, Д.М. Фернандеш, А.Е. Бакытжанова // *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. –2014. – Т. 4. № 5. –С. 704. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipodinamiya-bolezni-tsivilizatsii>
- Рубизова, А.А. Гиподинамия – болезнь цивилизации / А.А. Рубизова, Д.Р. Жданова, М.О. Джейранова // *Бюллетень медицинских Интернет-конференций* (ISSN 2224-6150) 2017. –Том 7. № 6. –С.1031-1032. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipodinamiya-bolezni-tsivilizatsii-1>
- Павленко, С.И. Особенности внешнего дыхания и вариабельности сердечного ритма в условиях ментальной нагрузки у студентов с разными хронотипами. – дисс.на соис. ученой степени канд. биол. наук. – 03.03.01 – физиология. Самара – 2017. 180 с. URL: <http://nphys.ru/files/dissertation/pavlenko/disspavlenko.pdf>
- Medina C, Ja'uregui A, Hernandez C, Shamah T, Barquera S (2021) Physical inactivity and sitting time prevalence and trends. Results from three national surveys. *PLoS ONE* 16(7): e0253137. <https://doi.org/10.1371/>
- Ainsworth, B.E. Compendium of physical activities classification of energy costs of human physical activities / B.E. Ainsworth et al. // *Med. Sci. Sport Exerc.* 1992. V. 25. P. 71-80. DOI: 10.1249/00005768-199301000-00011
- Логинов, С.И. Возрастные и гендерные особенности кардиореспираторной выносливости человека в условиях урбанизированного Сибирского Севера / С.И. Логинов, А.С. Кинтюхин, С.Г. Логвинова // *Human. Sport. Medicine*. –2017, –vol. 17, no. S, –pp. 12–24. DOI: 10.14529/hsm17s02
- Jung Ha Park, Ji Hyun Moon, Hyeon Ju Kim, Mi Hee Kong, and Yun Hwan Oh. Sedentary Lifestyle: Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks. *Korean J Fam Med*. 2020 Nov; 41(6): 365–373. Published online 2020 Nov 19. DOI: 10.4082/kjfm.20.0165
- Pekka Oja, Fiona Bull, Mikael Fogelholm, Brian W Martin. Physical activity recommendations for health: What should Europe do? *BMC Public Health* 10(1):10, January 2010, DOI:10.1186/1471-2458-10-10
- Иванов, А.А. Физкультура как поддержание здоровья студентов, ведущих малоподвижный образ жизни/А.А. Иванов // *Педагогические науки*. –2020. № 3 –С. 91-93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizkultura-kak-podderzhanie-zdorovya-studentov-vedushih-malopodvizhnyy-obraz-zhizni>
- Сбитнева, О.А. Физическая активность и здоровье в процессе образовательной деятельности/О.А. Сбитнева // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, –2018. –vol.6, part 1. –С.113-116. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskaya-aktivnost-i-zdorovie-v-protseesse-obrazovatelnoy-deyatelnosti>
- Silvio Addolorato, Ferran Calabuig, Vicente javier Prado Gascó Leonor Gallardo. Bibliometric Analysis of Fitness Equipment: How Scientific Focuses Affect Life-Cycle Approaches and Sustainable Ways of Development. *Sustainability* 11(20):5728, October 2019, DOI:10.3390/su11205728
- Aaron Benson, Julianne Abendroth, Deborah King, Tom Swensen. Comparison of Rowing on a Concept 2 Stationary and Dynamic Ergometer. *Journal of Sports Science & Medicine* 10(2):267-73, June 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/258036114_Comparison_of_Rowing_on_a_Concept_2_Stationary_and_Dynamic_Ergometer
- A. Vinther, T. Alkjæ, I.-L. Kanstrup, B. Zerahn, C. Ekdahl, K. Jensen, A. Holsgaard-Larsen, P. Aagaard. Slide-based ergometer rowing: Effects on force production and neuromuscular activity. *Scand J Med Sci Sports* 2012: DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01441.x
- Никоноров, А.И. Фазовая структура движений в гребле на байдарках // *Греб. спорт: Ежегодник*. – М., –1983. – с.44-48. URL: <http://sportlib.su/Annuals/Rowing/1983/>
- Патент № 2162003 RU МПК А63В 69/06 Способ тренировки гребцов и тренажер-эргометр для академической гребли / Ткачук А.П.; Духовской Е.А.; Астахов В.И.; Мороз В.Ю. Заявка: 99122262/12 от 22.10.1999, опубл. 20.01.2001, Бюл.№19. URL: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet
- Патент №2 606 075 RU МПК А63В 69/06 Тренажер для тренировки гребцов академической гребли/ Луговой С.И. Заявка: 2016100700 от 13.01.2016, опубл. 10.01.2017 Бюл. № 1. URL: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet

**References**

1. Igor S. Petrukhin, Elena Yu Lunina. Cardiovascular Disease Risk Factors and Mortality in Russia: Challenges and Barriers. *Public Health Reviews*, Vol. 33, No 2, 436-449. URL: <https://publichealthreviews.biomedcentral.com/track/pdf/10.1007/BF03391645.pdf>
2. Goje Mohammed, Salmiah Md Said, Ahmad Azuhairi Ariffin, Kamaruzaman Jusoff. Physical Inactivity and Its Associated Factors among University Students. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 13(10):119-130. October 2014. DOI:10.9790/0853-13101119130
3. Efanov, A.Yu. Sovremenni vzglyad na gipodinamiyu kak factor riska serdechno-sosudistikh zabolevanii / A.Yu. Efanov, S.A. Efanova // *Meditsinskaya nauka I obrazovanie Urala*. 2015. –Т. 16. № 2-1 (82). –S. 153-158. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gipodinamii-na-produktivnost-raboty-ofisnyh-sotrudnikov>
4. Kardozu, V.M. Gipodinamia – bolezni civilizatsii / V.M. Kardozu, D.M. Fernandesh, A.E. Bakytzhanova // *Bulleten meditsinskikh internet-konferentsii*. –2014. –Т. 4. № 5. –704. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipodinamiya-bolezni-tsvivilizatsii>
5. Rubizova, A.A. Gipodinamia – bolezni civilizatsii / A.A. Rubizova, D.R. Zhdanova, M.O. Dzheiranova // *Bulleten meditsinskikh internet-konferentsii*. (ISSN 2224-6150) –2017. –Т. 7. № 6. –S.1031-1032. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipodinamiya-bolezni-tsvivilizatsii-1>
6. Pavlenko, S.I. Osobennosti vneshnego dykhania i variabelnosti serdechnogo ritma v usloviyakh mentalnoi nagruzki u studentov s raznymi khronotipami. – diss. na ... kand.biol.nauk – 03.03.01-fiziologiya. Samara – 2017. 180 s. URL: <http://nphys.ru/files/dissertation/pavlenko/disspavlenko.pdf>
7. Medina C, Ja´ uregui A, Herna´ ndez C, Shamah T, Barquera S (2021) Physical inactivity and sitting time prevalence and trends. Results from three national surveys. *PLoS ONE* 16(7): e0253137. <https://doi.org/10.1371/10.1371/0253137>
8. Ainsworth, B.E. Compendium of physical activities classification of energy costs of human physical activities / B.E. Ainsworth et al. // *Med. Sci. Sport Exerc.* 1992. V. 25. P. 71-80. . DOI: 10.1249/00005768-199301000-00011
9. Loginov, S.I. Vozrastnie i gendernie osobennosti kardiorespiratornoi vinoslovosti cheloveka v usloviyakh urbanizirovannogo Severa. / S.I. Loginov, A.S. Kintyukhin, S.G. Logvinova // *Human. Sport. Medicine*. –2017. –vol. 17, no. S, –pp. 12–24. DOI: 10.14529/hsm17s02
10. Jung Ha Park, Ji Hyun Moon, Hyeon Ju Kim, Mi Hee Kong, and Yun Hwan Oh. Sedentary Lifestyle: Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks. *Korean J Fam Med*. 2020 Nov; 41(6): 365–373. Published online 2020 Nov 19. DOI: 10.4082/kjfm.20.0165
11. Pekka Oja, Fiona Bull, Mikael Fogelholm, Brian W Martin. Physical activity recommendations for health: What should Europe do? *BMC Public Health* 10(1):10, January 2010, DOI:10.1186/1471-2458-10-10
12. Ivanov, A.A. Fizkultura kak podderzhanie zdorovia studentov, veduschikh malopodvizhnii obraz zhizni // *Pedagogicheskie nauki*. –2020. №3. –S. 91-93. <https://cyberleninka.ru/article/n/fizkultura-kak-podderzhanie-zdorovya-studentov-veduschih-malopodvizhnyy-obraz-zhizni>
13. Sbitneva, O.A. Fizicheskaya aktivnost I zdorovie v protsesse obrazovatelnoi deyatelnosti // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. –2018. –vol.6, part 1. –S.113-116. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskaya-aktivnost-i-zdorovie-v-protsesse-obrazovatelnoy-deyatelnosti>
14. Silvio Addolorato, Ferran Calabuig, Vicente javier Prado Gascó Leonor Gallardo. Bibliometric Analysis of Fitness Equipment: How Scientific Focuses Affect Life-Cycle Approaches and Sustainable Ways of Development. *Sustainability* 11(20):5728, October 2019, DOI:10.3390/su11205728
15. Aaron Benson, Julianne Abendroth, Deborah King, Tom Swensen. Comparison of Rowing on a Concept 2 Stationary and Dynamic Ergometer. *Journal of Sports Science & Medicine* 10(2):267-73, June 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/258036114_Comparison_of_Rowing_on_a_Concept_2_Stationary_and_Dynamic_Ergometer
16. A. Vinther, T. Alkjæ, I.-L. Kanstrup, B. Zerahn, C. Ekdahl, K. Jensen, A. Holsgaard-Larsen, P. Aagaard. Slide-based ergometer rowing: Effects on force production and neuromuscular activity. *Scand J Med Sci Sports* 2012; DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01441.x
17. Nikonorov, A.I. Fazovaya struktura dvizhenii v greble na baidarkakh // *Greb. Sport: Ezhegodnik*. – M., –1983. – s.44-48. URL: <http://sportlib.su/Annuals/Rowing/1983/>
18. Patent № 2162003 RU МПК А63В 69/06 Sposob trenirovki grebtsov I trenazhior-ergometr dlya akademicheskoi grebli / Tkachuk A.P.; Dukhovskoi E.A.; Astakhov V.I.; Moroz V.Yu. Zayavka: 99122262/12 ot 22.10.1999, opubl. 20.01.2001, Bul.№19. URL: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet
19. Patent №2 606 075 RU МПК А63В 69/06 Trenazhior dlya trenirovki gebtsov akademicheskoi grebli / Lugovoi S.I Zayavka: 2016100700 ot 13.01.2016, opubl. 10.01.2017 Bul. № 1. URL: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet

Информация об авторе

Симдянкин Аркадий Анатольевич, д-р техн. наук, профессор, seun2006@mail.ru

Information about the author

Simdiankin Arkadii Anatolievich, Doctor of Technical Science, Professor, seun2006@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022.; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 10.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.



Вестник РГАТУ, 2022, т.14, №1, с.141-149
Vestnik RGATU, 2022, Vol.14, №1, pp 141-149

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.3-1/9
DOI: 10.36508/RSATU.2022.71.57.016

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНА ПРИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Алена Сергеевна Степашкина¹✉, Николай Владимирович Лимаренко², Иван Алексеевич Успенский³, Иван Александрович Юхин⁴, Дмитрий Сергеевич Рябчиков⁵

^{1,3,4,5.} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г Рязань, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

¹stepashk-aloyna@yandex.ru

²limarenkodstu@yandex.ru

³ivan.uspensckij@yandex.ru

⁴yuival@rambler.ru

⁵rds_62@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследования явилось изучение опытным и расчетным путем определения подхода к созданию и использованию эффективной системы внутрихозяйственных перевозок зерновых культур. Совершенствование внутрихозяйственных перевозок предполагается за счет оптимизации количественного состава автотранспортных средств, задействованных в зерноуборочном процессе. Оптимизация выполняется на основании экономико-математической модели топливных затрат на транспортную перевозку.

Методология. При возделывании зерновых культур затраты на транспортировку занимают около 40 % всех экономических затрат предприятия на возделывание. Грамотный подход к организации транспортно-логистического процесса транспортировки зерна внутри предприятия позволит значительно снизить затраты на выполнение транспортных работ. В большинстве случаев маршрут движения к месту выгрузки определяется водителем транспортного средства, на котором осуществляется перевозка продукции с поля к месту выгрузки. Для эффективного управления транспортными процессами внутри предприятия, предлагается использовать программное приложение для оценочных затрат на перевозку. Оценка выполняется на основании расчетных показателей нормативных значений расхода топлива и горюче-смазочных материалов (ГСМ) с учетом эксплуатационных коэффициентов, характерных для агропромышленного комплекса, произведены расчеты потребления дизельного топлива на сельскохозяйственной предприятии для автомобилей, задействованных во внутрихозяйственных перевозках зерновых культур.

Результаты. На основании проведенных расчетов и экспериментов получены данные для сравнения результатов. Определена математическая модель для расчета значений топливных затрат на выполнение технологических процессов по перевозке зерна. По результатам полученных значений предложены подходы к определению рационального количества транспортных средств, для внутрихозяйственных перевозок зерна, с учетом топливных затрат. Разработано программное обеспечение, позволяющее создать научно-обоснованную модель эффективного использования транспортных средств предприятия при проведении зерноуборочных работ.

Заключение. Применение программного продукта при организации внутрихозяйственных перевозок зерна позволит предприятию эффективно подойти к организации транспортных процессов, а также, снизить затраты на транспортировку зерна.

Ключевые слова: внутрихозяйственные перевозки, эффективная эксплуатация автотран-

© Степашкина А. С., Лимаренко Н. В., Успенский И. А., Юхин И. А., Рябчиков Д. С., 2022 г.



спортивных средств, управление транспортными процессами.

Для цитирования: Степашкина А.С., Лимаренко Н.В., Успенский И.А., Юхин И. А., Рябчиков Д.С. Обоснование выбора оптимального маршрута транспортировки зерна при внутрихозяйственных перевозках//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 141-149 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.71.57.016>

TECHNICAL SCIENCES

Original article

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE OPTIMAL ROUTE FOR GRAIN TRANSPORTATION DURING ON-FARM TRANSPORTATION

Alyona S. Stepashkina^{1✉}, **Nikolay V. Limarenko**², **Ivan A. Uspensky**³, **Ivan A. Yukhin**⁴,
Dmitry S. Ryabchikov⁵

^{1,3,4,5}Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia.

² Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.

¹stepashk-aloyna@yandex.ru

²limarenkodstu@yandex.ru

³ivan.uspensckij@yandex.ru

⁴yuival@rambler.ru

⁵rds_62@mail.ru

Abstract.

The problem and the goal. The purpose of the study was to study the experimental and calculated way of determining the approach to the creation and use of an effective system of on-farm transportation of grain crops. The improvement of on-farm transportation is supposed to be due to the optimization of the quantitative composition of vehicles involved in the grain harvesting process. Optimization is performed on the basis of an economic and mathematical model of fuel costs for transportation.

Methods. When cultivating grain crops, transportation costs account for about 40% of all economic costs of the enterprise for cultivation. A competent approach to the organization of the transport and logistics process of grain transportation within the enterprise will significantly reduce the cost of performing transport work. In most cases, the route to the place of unloading is determined by the driver of the vehicle on which the products are transported from the field to the place of unloading. For effective management of transport processes within the enterprise, it is proposed to use a software application for estimated transportation costs. The assessment is carried out on the basis of calculated indicators of normative values of fuel consumption and fuel and lubricants (fuels and lubricants), taking into account the operating coefficients characteristic of the agro-industrial complex, calculations of diesel fuel consumption at an agricultural enterprise for cars involved in on-farm transportation of grain crops were made.

Results. Based on the calculations and experiments, data were obtained for comparing the results. A mathematical model is defined for calculating the values of fuel costs for the implementation of technological processes for the transportation of grain. Based on the results of the obtained values, approaches are proposed to determine the rational number of vehicles for on-farm grain transportation, taking into account fuel costs. Software has been developed to create a scientifically based model of the efficient use of enterprise vehicles during grain harvesting.

Conclusion. The use of the software product in the organization of on-farm grain transportation will allow the company to effectively approach the organization of transport processes, as well as reduce the cost of grain transportation.

Key words: on-farm transportation, efficient operation of motor vehicles, management of transport processes.

For citation: Stepashkina A.S., Limarenko N.V., Uspensky I.A., Yukhin I. A. Ryabchikov D.S. Justification of the choice of the optimal route for grain transportation during on-farm transportation. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). С 141- 149(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.71.57.016>



Введение

Правильный подход к организации работ сельскохозяйственной и уборочной техники способствует существенной экономии ГСМ и финансов предприятия, а также позволяет оптимально эксплуатировать и содержать спецтехнику.

На расход топливного ресурса техники оказывают влияния многие факторы, которые следует учесть при выполнении расчетов потребления топлива транспортным средством.

Потребление топливных ресурсов зависит от следующих основных факторов [1]:

- Стиль управления транспортным средством (при агрессивном стиле управления часто водителем выполняется неправильное переключения передач, а также выбирается неправильный скоростной режим, все это ведет к перерасходу потребления ГСМ);

- Погодные условия;

- Сезон выполнения работ (при зимней эксплуатации требуется дополнительных прогрев двигателя);

- Ландшафт местности, где производятся работы.

Также есть ряд количественных и качественных характеристик, которые также оказывают влияние на потребление топливных ресурсов:

- Покрытие дорожного полотна (полевая дорога, снежная дорога, дорога с твердым покрытием, засыпанная гравием, щебеночная дорога, песчаная, грунтовая после осадков, дорога с глубокими колеями, пашня и т.д.);

- Грузоподъемность ТС или ТС с прицепом;

- Возраст автомобиля (так как потребление топливных ресурсов зависит от состояния двигателя, состояния топливной системы, охлаждающей системы и т.д.);

- Показатели давления в шинах и т.д.

Стоит отметить, что выбор «короткого» пути для перевозки сельскохозяйственных грузов не всегда самый оптимальный, т.к. в условиях сельской местности «короткий» маршрут в большинстве случаев проходит по полевым дорогам, где на состояние дорожного полотна оказывают влияние такие факторы как погода и время года.

Анализ исследований процессов возделывания зерна показал, что значительная доля экономических затрат приходится на выполнение зерноуборочных работ, а именно осуществлении транспортных работ по организации перевозок от места сбора до места хранения или первичной переработки.

Для снижения экономических затрат на организацию процесса перевозки зерна требуется произвести корректные расчеты объемов перевозки с условием повышения эффективности эксплуатации подвижного состава аграрного предприятия.

Материалы и методы

При возделывании зерновых культур расходы на организацию транспортировки зерна достигают 40% от общего объема экономических затрат аграрного предприятия на возделывание [2]. Для эффективного и грамотного управления экономическими

затратами при выполнении транспортных работ необходимо оптимизировать этапы транспортно-логистического процесса, начиная от выбора вида транспортных средств, задействованных в процессе доставки, до построения маршрутов и оперативного контроля транспортных расходов [3, 4].

Как уже отмечено выше, транспортные расходы в значительной доле зависят от грамотного выбора вида используемого автотранспорта. Для снижения затрат при организации внутрихозяйственных перевозок требуется минимально сократить количество простоев [5], порожних пробегов транспортного средства, а также выбрать оптимальный маршрут доставки груза до места хранения с учетом топливных и временных затрат [6, 7].

Согласно экспертным мнениям, топливные расходы при организации перевозок составляют около 50% всех затрат на транспортную логистику, при этом стоит учесть, что часто такой объем расходов ГСМ не всегда обоснован [8,9,10]. Наиболее часто при организации транспортных работ водитель транспортного средства самостоятельно определяет маршрут движения до места выгрузки, опираясь лишь на свое мнение при формировании транспортной логистики. Данный выбор не всегда оказывается правильным.

Оснащение аграрных предприятий Рязанской области современной уборочной и транспортной техникой характеризуется отрицательной динамикой.

Регулярное обновление подвижного состава – затратное дело. Поэтому в уборочных процессах в сельском хозяйстве большую долю подвижного состава занимают грузовые автомобили со сроком эксплуатации более 8 лет.

Не секрет, что расход топлива у одного и того же транспортного средства может существенно варьироваться от различных эксплуатационных факторов, в том числе температуры окружающего воздуха. Анализ результатов ранее проведенных исследований позволяет сделать вывод, что на значение топливного расхода транспортных средств оказывает влияние нескольких факторов [11,12], зависящих от температурных условий эксплуатации, в том числе изменение сопротивления качению шин, повышение аэродинамического сопротивления, а также, в целом, работу двигателя [13].

В технических характеристиках транспортных средств указан такой параметр, как нормативный расход топлива на единицу пробега (л/100 км). Но при осуществлении технологических процессов транспортными средствами реальные показатели могут в разы отличаться от нормативных значений [14,15].

Существуют несколько видов норм расхода топлива: линейные нормы, которые регламентируют расход топлива при движении автомобиля, нормы топливного расхода на работу спецоборудования, установленного на автомобиле и удельный расход топлива на единицу транспортной работы [16].

Существуют следующие виды линейных норм:

- 1) базовая норма на 100 км пробега автомобиля;



2) норма на 100 тонно-километров транспортной работы (данная норма учитывает дополнительный расход топлива при выполнении перевозок груза автомобилем);

3) норма на езду с грузом (данная норма учитывает дополнительный расход топлива, зависящее от маневрирования в пунктах загрузки и разгрузки).

Использование поправочных коэффициентов при расчете топливных затрат на выполнение технологических работ позволяет получить объективные значения расхода топлива автомобиля.

В нашей работе используется расчетно-статистический метод оценки расхода топлива на основе статистических данных фактических значений расходов топлива с учетом факторов, влияющих на изменение нормальных условий эксплуатации [17].

Таким образом, в наших расчетах будем опираться на следующие корректировочные показатели [18]:

1) сложные условия эксплуатации. Под данным показателем понимается движение автомобиля в

сложных дорожных условиях, такие как движение по пересеченной местности, движение автомобиля по дорогам со сложным плавном, движение по полю и т.д.

2) срок эксплуатации автомобиля.

3) производился ли капитальный ремонт автомобиля перед выполнением зерноуборочных работ.

Значения поправочных коэффициентов получены в рамках проведения экспериментальных заездов.

Рассмотрим реальный пример организации доставки сельскохозяйственной продукции до места первичной переработки или хранения на примере сельскохозяйственного производителя ООО «Аграрий» Касимовского района Рязанской области.

От места уборки сельскохозяйственной продукции до места хранения доставить груз можно по двум маршрутам: Маршрут №1 протяженностью 17,1 км и асфальтовым покрытием, Маршрут №2 протяженностью 13,8 км не имеющим твердого покрытия. (рис.1).



Рис. 1 - Возможные транспортные пути для осуществления доставки зерна от места сбора до места хранения

На первый взгляд сложно оценить какой маршрут движения является оптимальным для осуществления грузовых перевозок. Разница протяженности пути составляет 3,3 км.

Расчет топливных затрат при перевозке зерна выполнен на основе методических рекомендаций к распоряжению Минтранса России от 14 марта 2008 года №АМ-23-р с применением поправочных коэффициентов:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_{san} \cdot S + 1,3 \cdot S_{gr} \cdot V \cdot \rho \cdot k \cdot 0,001) \cdot (1 + 0,01 \cdot (\mu + \beta + \alpha)),$$

где Q_n – расчетное значение потребления топлива;

H_{san} – норма расхода топлива на 100 км при порожневом пробеге (без груза), л/100км;

S – длина общего пробега автомобиля, км;

S_{gr} – длина пробега автомобиля с грузом, км;

V – объем кузова автомобиля, м³;

ρ – плотность зерновой культуры на 1 м³, перевозимая транспортным средством;

k – коэффициент загрузки кузова, %;

μ – поправочный коэффициент на движение автомобиля в сложных дорожных условиях (колеяность, движение по пересеченной местности, полю);

β – поправочный коэффициент на использова-



ние автомобиля в перевозках старше 8 лет эксплуатации;

α – поправочный коэффициент на использование автомобиля после прохождения капитального ремонта двигателя.

Расчеты выполнены в программном продукте, разработанном для проведения расчетов топливных затрат на предприятии.

Таблица 1 – Технические характеристики автомобиля КАМАЗ 45143-6012-50

№ п/п	Транспортное средство	Снаряженная масса, кг	Груз-ть, кг	Полная масса	Объем кузова, м ³	Контрольный расход топлива, л/100км, при 60 км/ч
1	Автомобиль КАМАЗ 45143-6012-50	10700	11700	22400	15,2	26

Выполним расчеты топливных затрат при перевозке пшеницы по двум предложенным маршрутам при загрузке кузова на 100% объема кузова.

Маршрут №1 протяжённостью 17,1 км и асфальтовым покрытием:

Пробег автомобиля на маршруте «поле – зернохранилище – поле» составляет 34,2 км.

Пробег автомобиля с грузом – 17,1 км.

Для расчета возьмем одно из транспортных средств предприятия, задействованных при уборке зерновых культур во время зерноуборочных работ. Автомобиль, стоящий на балансе предприятия КАМАЗ 45143-6012-50(бортовой), сроком эксплуатации более 8 лет обладает следующими техническими характеристиками табл.1.

Плотность пшеницы на момент перевозки – 780 кг/м³.

Автомобиль сроком эксплуатации более 8 лет. Капитальный ремонт двигателя не производился.

Дорожное покрытие -асфальтовое.

Расчет выполнен в разработанном программном продукте (рис.2)

Рис.2 – Интерфейс программного продукта для расчета топливных затрат рассматриваемого автомобиля при выполнении транспортных работ по маршруту №1 за одну поездку

Расход топлива на выполнение транспортной работы в существующих условиях по маршруту № 1 составил 12,680 л топлива.

Маршрут №2 протяжённостью 13,8 км не имеющим твердого покрытия:

Пробег автомобиля на маршруте «поле – зернохранилище – поле» составляет 27,6 км.

Пробег автомобиля с грузом – 13,8 км.

Плотность пшеницы на момент перевозки – 780 кг/м³.

Автомобиль сроком эксплуатации более 8 лет.

Капитальный ремонт двигателя не производился.

Движение осуществляется в сложных дорожных условиях (поле).

Расчет выполнен в разработанном программном продукте (рис.3)

Расход топлива на выполнение транспортной работы в существующих условиях по маршруту № 2 составил 13,024 л топлива.

Разница значений не кажется существенной. Но если учесть, что в день по маршруту «поле – зернохранилище – поле» осуществляется около 8 поездок, сохранение топлива при выборе оптимального маршрута на одну единицу техники составляет 2,752 л дизельного топлива. А если учесть, что в день эксплуатируется сразу несколько транспортных средств с различными техническими показателями, работы выполняются продолжительное время, перевозятся различные грузы с разной массой, то сумма общей экономии на выполнение транспортных работ при уборке зерновых культур может составить несколько десятков тысяч рублей.



Расчет топливных затрат при внутрихозяйственных перевозках зерна

БОРТОВОЙ ГРУЗОВОЙ АВТОМОБИЛЬ-САМОСВАЛ ГРУЗОВОЙ С ПРИЦЕПОМ ДОБАВИТЬ

Расчет топливных затрат для бортовых грузовых автомобилей

Выбор автомобиля: КАМАЗ 45143-6012-50 Общий пробег автомобиля: 27,6 км

Вид перевозимых культур: пшеница Коэффициент загрузки кузова: 1 % Пробег автомобиля с грузом: 13,8 км

Автомобиль после капитального ремонта? Автомобиль старше 8 лет? Движение в сложных дорожных условиях (колеиность, движение по пересеченной местности, полю, движение по дорогам со сложным планом)

Выбран автомобиль:
Название: КАМАЗ 45143-6012-50
Снаряженная масса: 10700 кг
Грузоподъемность: 11700 кг
Объем: 15,2 м³
Расход топлива, л/100км, при 60 км/ч: 26
Расход топлива: **13.024**

Рис. 3 – Интерфейс программного продукта для расчета топливных затрат рассматриваемого автомобиля при выполнении транспортных работ по маршруту №2 за одну поездку

Ниже, на рисунке 4, представлена диаграмма сравнения топливных затрат при выполнении 1 рейса, 8 рейсов (1 рабочий день) и 40 рейсов (5 рабочих дней) одним и тем же автомобилем при

перевозке груза одной массы по короткому «поле-вому» и длинному (движение осуществляется по асфальту) маршрутам.

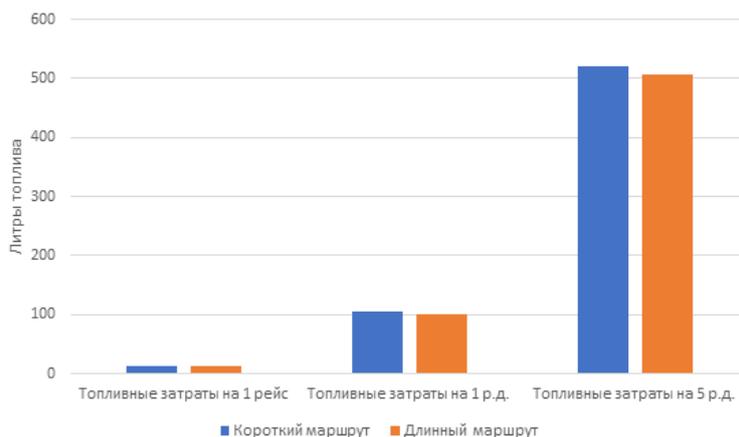


Рис. 4 – Сравнение топливных затрат одного транспортного средства при движении по различным маршрутам в единицу времени

Заключение

Для обоснованного выбора оптимального маршрута перевозки грузов до места хранения в условиях эксплуатации на предприятии использование программного продукта позволит на основе расчётных значений определить оптимальный маршрут для выполнения перевозок зерновых культур до мест хранения. Расчеты выполняются на основании научно-обоснованных расчетов с применением поправочных коэффициентов, характерных для условий эксплуатации транспортных средств. В коде программы уже содержится база показателей технических характеристик транспортных средств на предприятии. Также при изменении автомобильного парка реализована возможность самостоятельного добавления транспортных средств и его технических характеристик. Экономическая эффективность с одной единицы техники в период эксплуатации 5 дней в денежном эквиваленте может достигать 688 ру-

блей (при значении 50 рублей за 1 литр дизельного топлива).

Список источников

1. S.A. Plotnikov, A.N. Kartashevich, M.V. Simonov, M.N. Glushkov. Determining of optimum operation modes of a diesel engine with a multicomponent bio-fuel composition. //IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 1086 (2021). – № 012014. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1086/1/012014/pdf>
2. Контейнерная поточно-транспортная технология подготовки селекционного зерна. Сельскохозяйственные машины и технологии / М.Л. Крюков, В.К. Пышкин, А.С. Чулков, С.В. Власова [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – №12(6) – С.20-24 <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-6-20-24>
3. Утенков Г.Л. Управление механизированными технологическими процессами возделывания зерновых культур. / Утенков Г.Л., Добро-



любов И.П. // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2019. - № 13(5). С.26-32. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2019-13-5-26-32>

4. Byshov N.V., Borychev S.N., Bakulina G.N., Fedoskin V.V., Fedoskina I.V., Pikushina M.Yu. Systems analysis when evaluating and forecasting of agricultural enterprises // Religación. revista de ciencias sociales y humanidades. - 2019. - Vol.4, №18. - P.390-404. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43937669>.

5. Uspenskiy I. A., Rembalovich G. K., Yukhin I. A., Ryabchikov D. S., Stepashkina A. S. Development and testing of a conveyor for detecting various types of vehicles when transporting agricultural products from the field // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 832 (2020) 012059 IOP Publishing DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/832/1/012059>

6. Izmailov A.JU., Makarov V.A. K voprosu obosnovaniya tekhniko-jekonomicheskogo rovnjaset'skoho zjajstvennyh mashin i oborudovanija // Sel'skoho zjajstvennyeh mashin i tekhnologii. - 2016. - №3. - S.17-19.

7. Mamat H. S., Husen E. Socio-economic aspect and carrying capacity of agricultural land resources to support the development of strategic agricultural commodities // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 648, 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management 16 - 18 September 2020, Bogor, Indonesia. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012019>

8. Мероприятия по повышению эксплуатационных показателей автотракторной техники при внутривладельческих перевозках в АПК / А. В. Бортник, И. А. Успенский, И. А. Юхин, В. А. Волченкова // Техника и оборудование для села. - 2019. - № 9 (267). - С. 33-36. DOI 10.33267/2072-9642-2019-9-33-36

9. Расчет производительности и потребности технических средств уборочно-транспортного комплекса. / А.Ю. Измайлов, А.А. Артюшин, Н.Е. Евтюшенков, Г.С. Бисенов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2016. - №(2). С.5-10. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25846958>

10. Обоснование уборочно-транспортных процессов в селекционных технологиях. / А.Ю.Измайлов, В.Ф. Рожин, Е.П. Шилова, М.В. Иванов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2018. - №12(1). С.4-9. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-1-4-9>

11. Технология и техника для уборки и транспортировки зерна в селекции и первичном семеноводстве. / Н.Е. Евтюшенков, М.Л. Крюков, Е.П. Шилова, С.В. Власова // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2016. - №(5). С. 30-35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27253510>

12. Управление эффективностью эксплуатации транспортно-технологических комплексов /

Р.Р. Кабиров, Е.В. Самойлова, О.А. Шаламова, Е.О. Юркова [и др.] // Политранспортные системы: Материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия – ЕС «Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на Дальнем Востоке». - 2015. - С. 38-42. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23712816>.

13. Анализ методов технического диагностирования автомобилей / Дорофеева К.А., Борычев С.Н., Кокорев Г.Д., Успенский И.А. [и др.] // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых. Материалы научно-практической конференции с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агро-технологический университет имени П.А. Костычева». - 2018. - С.162-168. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35318349>

14. Лачуга, Ю.Ф. Развитие интенсивных машинных технологий, роботизированной техники, эффективного энергообеспечения и цифровых систем в агропромышленном комплексе / Ю.Ф. Лачуга, А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. - 2019. - № 6 (264). - С. 2-9. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-6-2-8

15. Лобачевский, Я.П. Аспекты цифровизации системы технологий и машин / Я.П. Лобачевский, В.М. Бейлис, Ю.С. Ценч // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2019. - № 3 (36). - С. 40-45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41192528>

16. Арженовский А.Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2017. - №(6). С.36-40. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2017-6-36-40>

17. Кокорев Г.Д. Тенденции развития технической эксплуатации автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И. А. Успенский, И.Н. Николотов. // II Международная научно-производственная конференция: Перспективные направления автомобильного комплекса. - Пенза.:2009. - С.135-138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21268552>.

18. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортно-погрузочных работ при внутривладельческих перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - №09(093). С. 1231-1242. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20929357>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



References

1. S.A. Plotnikov, A.N. Kartashevich, M.V. Simonov, M.N. Glushkov. Determining of optimum operation modes of a diesel engine with a multicomponent bio-fuel composition. //IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 1086 (2021). – № 012014. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1086/1/012014/pdf>
2. Container flow-transport technology of preparation of breeding grain. Agricultural machines and technologies / M.L. Kryukov, V.K. Pyshkin, A.S. Chulkov, S.V. Vlasova [et al.] // Agricultural machines and technologies. – 2018. – №12(6) – P.20-24 <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-6-20-24>
3. Utenkov G.L. Management of mechanized technological processes of cultivation of grain crops. / Utenkov G.L., Dobrolyubov I.P. // Agricultural machines and technologies. - 2019. - № 13(5). Pp.26-32. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2019-13-5-26-32>
4. Byshov N.V., Borychev S.N., Bakulina G.N., Fedoskin V.V., Fedoskina I.V., Pikushina M.Yu. Systems analysis when evaluating and forecasting of agricultural enterprises//Religación. revista de ciencias sociales y humanidades. -2019.- Vol.4, No.18.- p.390-404. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43937669>.
5. Uspenskiy I. A., Rembalovich G. K., Yukhin I. A., Ryabchikov D. S., Stepashkina A. S. Development and testing of a conveyor for detecting various types of vehicles when transporting agricultural products from the field // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 832 (2020) 012059 IOP Publishing DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/832/1/012059>
6. Izmajlov A.JU., Makarov V.A. K voprosu obosnovanijatehniko-jekonomicheskogourovnjasel'skoho zjajstv ennyhmashiniorudovanija // Sel'skoho zjajstvennyemashinyitehnologii. – 2016. -№3. - S.17-19.
7. Mamat H. S., Husen E. Socio-economic aspect and carrying capacity of agricultural land resources to support the development of strategic agricultural commodities // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 648, 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management 16 - 18 September 2020, Bogor, Indonesia. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012019>
8. Measures to improve the performance of automotive equipment during on-farm transportation in the agro-industrial complex / A.V. Bortnik, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin, V. A. Volchenkova // Machinery and equipment for the village. – 2019. – № 9 (267). – Pp. 33-36. DOI 10.33267/2072-9642-2019-9-33-36
9. Calculation of productivity and needs of technical means of the harvesting and transport complex. / A.Y. Izmailov, A.A. Artyushin, N.E. Evtyushenkov, G.S. Bisenov [et al.] // Agricultural machines and technologies. - 2016. - N(2). p.5-10. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25846958>
10. Justification of harvesting and transport processes in breeding technologies. / A.Y. Izmailov, V.F. Rozhin, E.P. Shilova, M.V. Ivanov [et al.] // Agricultural machines and technologies. – 2018. - №12(1). Pp.4-9. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-1-4-9>
11. Technology and equipment for harvesting and transporting grain in breeding and primary seed production. / N.E. Yevtyushenkov, M.L. Kryukov, E.P. Shilova, S.V. Vlasova // Agricultural machines and technologies. - 2016. - N(5). PP. 30-35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27253510>
12. Management of the efficiency of operation of transport and technological complexes / R.R. Kabirov, E.V. Samoylova, O.A. Shalamova, E.O. Yurkova [et al.] // Polytransport systems: Materials of the VIII International Scientific and Technical Conference within the framework of the Year of Science Russia - EU "Scientific problems of the implementation of transport projects in Siberia and the Far East". - 2015. - PP. 38-42. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23712816>.
13. Analysis of methods of technical diagnostics of cars / Dorofeeva K.A., Borychev S.N., Kokorev G.D., Uspensky I.A. [et al.] // Trends in the development of the agro-industrial complex through the eyes of young scientists. Materials of the scientific and practical conference with international participation. Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev". - 2018. - p.162-168. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35318349>
14. Lachuga, Yu.F. Development of intensive machine technologies, robotic equipment, efficient energy supply and digital systems in the agro-industrial complex / Yu.F. Lachuga, A.Y. Izmailov, Ya.P. Lobachevsky, Yu.Kh. Shogenov // Machinery and equipment for the village. – 2019. – № 6 (264). – P. 2-9. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-6-2-8
15. Lobachevsky, Ya.P. Aspects of digitalization of the system of technologies and machines / Ya.P. Lobachevsky, V.M. Beilis, Yu.S. Tsench // Electrotechnologies and electrical equipment in the agro-industrial complex. – 2019. – № 3 (36). – Pp. 40-45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41192528>
16. Arzhenovsky A.G. Methods for determining energy and fuel-economic indicators of machine-tractor units // Agricultural machines and technologies. - 2017. - N(6). pp.36-40. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2017-6-36-40>
17. Kokorev G.D. Trends in the development of technical operation of motor transport / G.D. Kokorev, I. A. Uspensky, I.N. Nikolotov. // II International Scientific and Production Conference: Promising directions of the automotive complex. - Penza.: 2009. - p.135-138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21268552>.
18. Universal vehicles for performing transport and loading operations during on-farm transportation of fruit and vegetable products / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin [et al.] // Polythematic network



electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2013. - №09(093). Pp. 1231-1242. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20929357>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Степашкина Алена Сергеевна, аспирант кафедры технической эксплуатации транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет, stepashk-aloyna@yandex.ru.

Лимаренко Николай Владимирович, канд. техн. наук, учебный мастер кафедры технической эксплуатации транспорта, limarenkodstu@yandex.ru.

Успенский Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspensckij@yandex.ru.

Юхин Иван Александрович, д-р техн. наук, доцент, зав. Кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, yuival@rambler.ru.

Рябчиков Дмитрий Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, rds_62@mail.ru.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Information about the authors

Stepashkina Alyona Sergeevna, Postgraduate student of the Department of Technical Operation of Transport, Ryazan State Agrotechnological University, stepashk-aloyna@yandex.ru.

Limarenko Nikolay Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Training Master of the Department of Technical Operation of Transport, limarenkodstu@yandex.ru.

Uspensky Ivan Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Operation of Transport, ivan.uspensckij@yandex.ru.

Yukhin Ivan Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Automotive Engineering and Thermal Power Engineering, yuival@rambler.ru.

Ryabchikov Dmitry Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, rds_62@mail.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev.

Статья поступила в редакцию 18.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.085.087
DOI: 10.36508/RSATU.2022.48.55.017

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КУКУРУЗНЫХ КОРМОВ

Владимир Валентинович Утолин

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия
6451985@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Побочные продукты крахмалопаточного производства обладают большой кормовой ценностью, но высокая кислотность при существующих технологических приемах и технических средствах не позволяют их эффективно использовать в приготовлении кукурузных кормов, соответствующих зоотехническим требованиям, а утилизация ведет к безвозвратным потерям с нанесением вреда окружающей среде. Целью исследования является повышение эффективности приготовления кукурузных кормов за счет увеличения в их составе доли экстракта путем разработки технических средств.

Методология. На основании априорной информации предложен способ нейтрализации кислотности экстракта. Определены реагенты и их количество, позволяющее осуществить снижение кислотности экстракта, при этом не нарушая зоотехнических требований по содержанию микроэлементов в приготавливаемом корме. Исследованы физические свойства побочных продуктов. Разработаны технические средства и обоснованы их оптимальные параметры. Проведена производственная проверка технологии и определена экономическая эффективность ее применения.

Результаты. Установлено что для снижения кислотности 1 кг кукурузного экстракта влажностью 56-60 % с рН от 4,2-4,4 до 6,0-6,5 необходимо 0,019 кг оксида кальция и 0,012 г гидроксида натрия. Получены численные значения физических свойств побочных продуктов крахмалопаточного производства и установлена их зависимость от влажности. Определены рациональные параметры нейтрализатора экстракта: толщина стенки 0,001-0,002 м; подача насоса-смесителя $7,3 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; частота вращения мешалки 2,0 с-1 и шнеко-лопастного смесителя; частота вращения и амплитуда колебаний шнека 1,64 с-1 и 0,050 м; диаметр отверстий жиклеров лопастей 0,004 м. Приготовление 47304 т кукурузных кормов по данной технологии позволяет получить экономический эффект в размере 3607800 руб, дополнительную прибыль – 9110400 руб, срок ее окупаемости составляет 0,35 года.

Заключение. Разработанная технология позволяет использовать кукурузный экстракт в полном объеме производства в кукурузных кормах, что повышает их питательную ценность и решает экологическую проблему с его утилизацией.

Ключевые слова: побочные продукты крахмалопаточного производства, мезга, кукурузный экстракт, кукурузный корм, органические кислоты, реагенты, оксид кальция, гидроксид натрия, нейтрализация кислотности, смешивание.

Для цитирования: Утолин В.В. Повышение эффективности приготовления кукурузных кормов// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 150-158 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.48.55.017>

TECHNICAL SCIENCES

Original article

INCREASING CORN FEED PRODUCTION EFFICIENCY

Vladimir V. Utolin

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia
6451985@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. By-products of the starch industry have great nutritional value, but the high acidity



with existing technological methods and technical means does not allow them to be efficiently used in the preparation of corn feed that meets zootechnical requirements, and disposal leads to irretrievable losses with environmental damage. The purpose of the study is to increase the efficiency of the preparation of corn feed by increasing the proportion of the extract in their composition by developing technical means.

Methods. Based on a priori information, a method for neutralizing the acidity of the extract is proposed. The reagents and their quantity have been determined, which make it possible to reduce the acidity of the extract while not violating the zootechnical requirements for the content of trace elements in the prepared feed. The physical properties of by-products have been studied. Technical means have been developed and their optimal parameters have been substantiated. A production test of the technology was carried out and the economic efficiency of its application was determined.

Results. It has been established that to reduce the acidity of 1 kg of corn extract with a moisture content of 56-60 % with pH of 4.2-4.4 to pH of 6.0-6.5, 0.019 kg of calcium oxide and 0.012 g of sodium hydroxide are needed. The numerical values of the physical properties of the by-products of starch production have been obtained and their dependence on moisture content has been established. The following rational parameters of the extract neutralizer were determined: the wall thickness was 0.001-0.002 m; the supply of the mixing pump was 7.3×10^{-6} m³/s; the rotation frequency of the agitator and the screw-blade mixer was 2.0 s⁻¹; the frequency of rotation and the amplitude of oscillations of the auger were 1.64 s⁻¹ and 0.050 m, the diameter of the holes of the jets of the blades was 0.004 m. When preparing 47,304 tons of corn feed, this technology allows to get some economic effect in the amount of 3,607,800 rubles and additional profit of 9,110,400 rubles with its payback period of 0.35 years.

Conclusion. The developed technology allows the use of corn extract in full production of corn feed, which increases their nutritional value and solves the environmental problem with its disposal.

Key words: by-products of starch production, pulp, corn extract, corn feed, organic acids, reagents, calcium oxide, sodium hydroxide, de-acidification, mixing.

For citation: Utolin V.V. Improving the efficiency of corn feed preparation// Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. T14, No. 1. With 150-158 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.48.55.017>

Введение

В результате производства крахмала из зерна кукурузы побочными продуктами является пеллеа, дробленое зерно, мезга, экстракт и жмых, образующийся в результате отжима масла из зародыша. Данные продукты широко применяются как компоненты корма в рационе сельскохозяйственных животных. Благодаря своему составу жмых, пеллеа и дробленое зерно успешно реализуются на кормовые цели.

Из-за низкой концентрации сухих веществ (W=93-96 %) жидкий кукурузный экстракт практически не востребован у производителей сельскохозяйственной продукции. В настоящее время экстракт концентрируют до влажности W=56-60 %, выдерживают в отстойниках, затем сбрасывают в окружающую среду. Это негативно влияет на экологию близлежащих водоемов. При этом концентрированный экстракт имеет высокую кормовую ценность и по содержанию белковых веществ (до 50 %) может конкурировать со жмыхами и шротами, имея меньшую стоимость. Ограниченное применение экстракта в рационах сельскохозяйственных животных вызвано его низким водородным показателем (высокой кислотностью) pH= 4,1-4,5.

Использование кислых кормов в рационе кормления крупного рогатого скота приводит к понижению pH содержимого рубца, а так как через него проходит до 80 % органических веществ, то разрушается биохимические системы рубца. Это приводит к снижению переваримости кормов и продуктивности животных. Из-за низких значений pH в рубце желудка замедляется моторика всех его отделов, происходит застой кормовой массы в преджелудках. Кислотная среда рубца при разрушенной микрофлоре приводит к заболеванию животного.

Наиболее рациональным предложением использования экстракта является снижение его кислотности до pH=6,5 и использование в качестве компонента во влажных кормах, при расстоянии до их потребителя не более двухсот километров. Такие корма обладают достаточно высокой кормовой ценностью при низкой себестоимости их приготовления.

Современная технология использования побочных продуктов перерабатывающих предприятий в кормопроизводстве должна обеспечивать глубокую переработку пищевого сырья, снижение себестоимости производства и повышать его экологическую безопасность.

Объекты и методы исследования

Решению проблемы использования кукурузного экстракта в кормопроизводстве посвящены работы П.И. Афанасьева, Е.Е. Гришкова, М.А. Конькова, Е.Г. Кравчика, В.Л. Кудряшова, Н.Д. Лукина, М.В. Орешкиной, А.А. Полункина, О.И. Радина, В.С. Расторгуева, В.Н. Романенко, Н.Н. Селезневой, Н.Н. Сорокиной, В.М. Ульянова, Н.И. Филиповой и других [1-14, 19].

Анализ современных способов приготовления кормов из побочных продуктов перерабатывающих предприятий показал, что существует два пути решения данной проблемы. Первый – приготовление влажных кормовых смесей, второй – сухих. Применительно к кукурузному экстракту применение этих способов не решает проблему его высокой кислотности. Поэтому сотрудниками кафедры технических систем в АПК Рязанском ГАТУ разработан способ приготовления кукурузных кормов, предусматривающий нейтрализацию кислотности экстракта до pH = 6,5 (патент РФ № 2336722). Отличительной особенностью данного способа является комплексное использование

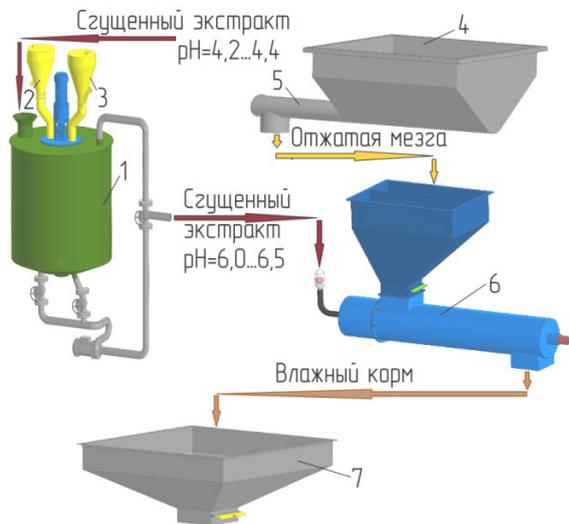


оксида кальция и гидроксида натрия, что обеспечивает снижение кислотности экстракта, при этом содержание химических элементов в кормосмеси соответствует зоотехническим требованиям [15].

Схема технологической линии, реализующей разработанный способ, представлена на рисунке 1. Она предусматривает снижение pH экстракта до значения 6,5 путем добавления водного раствора гидроксидов натрия и кальция с последующим смешиванием его с мезгой, в пропорции 1:6,4.

При этом исходная влажность экстракта составляет $W = 56-60\%$, а мезги $W = 60-66\%$.

Высокая кислотность экстракта обусловлена наличием в составе органических кислот, молочной и фитиновой. Для подавления негативного действия органических кислот необходимо 19 кг оксида кальция и 12 кг гидроксида натрия на 1000 кг экстракта. В данном случае содержание кальция в одном килограмме корма составит 2,1 г/кг, а натрия в виде NaCl – 2,6г/кг.



1 – нейтрализатор экстракта; 2, 3 – бункер-дозатор оксида кальция и гидроксида натрия; 4 – бункер мезги, 5 – дозатор мезги; 6 – смеситель; 7 – бункер-накопитель корма

(1 - extract neutralizer; 2, 3 – dosing bin for calcium oxide and sodium hydroxide; 4 – pulp bunker, 5 – pulp dispenser; 6 - mixer; 7 - feed hopper)

Рис. 1 – Конструктивно-технологическая схема линии приготовления кукурузного корма (Structural and technological scheme of the line to prepare corn feed)

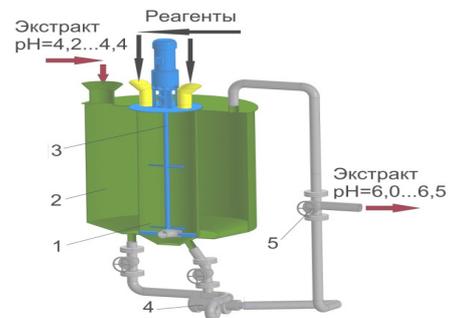
Для реализации данной технологии были разработаны конструктивно-технологические схемы технических средств, нейтрализатора экстракта и шнеко-лопастного смесителя.

Повышение температуры кукурузного экстракта приводит к уменьшению значений его вязкости и липкости.

При температуре экстракта 40-55° С значение липкости достигает минимума, при этом кинематическая и динамическая вязкость значительно снижается. Поэтому для проведения нейтрализации кислотности рациональным решением является нагревание экстракта до указанной температуры.

Предложенная конструкция нейтрализатора кислотности (рис. 2) обеспечивает нагревание экстракта на 13-15° С тепловой энергией в количестве 136690 кДж, получаемой в результате экзотермических реакций взаимодействия реагентов – оксида кальция и гидроксида натрия с водой (патент РФ № 2396838).

В емкости 1, 2 заливается вода и экстракт соответственно. Затем в емкость 1 при постоянном перемешивании лопастным валом 3 подают реагенты из расчета 19 кг CaO и 12 кг NaOH на одну тонну экстракта. В результате химических реакций образующаяся теплота нагревает СКЭ. Далее водный раствор реагентов и экстракт поступают в насос-смеситель 4, который перекачивает их в емкость 2. При смешивании происходит химическое и физическое взаимодействие гидроксидов кальция и натрия с органическими кислотами экстракта и, как результат, их нейтрализация. При положении трехходового крана 5, обеспечивающего выгрузку экстракта, он удаляется насос-смесителем 4.



1 – емкость для приготовления водного раствора реагентов; 2 – емкость для экстракта; 3 – лопастной вал; 4 – насос-смеситель; 5 – трехходовой кран

(1 - container for preparing an aqueous solution of reagents; 2 - container for the extract; 3 - bladed shaft; 4 – mixer pump; 5 - three-way valve)

Рис. 2 – Конструктивно-технологическая схема нейтрализатора (Structural and technological scheme of the neutralizer)

Результатом теоретических исследований установлено выражение (1):

$$T(\delta, t) = 70 + (70,6 + 3,3\delta)e^{-(0,0177-0,001\delta)t} - (64,4 + 7,1\delta)e^{-(0,0348-0,0016\delta)t}, \quad (1)$$

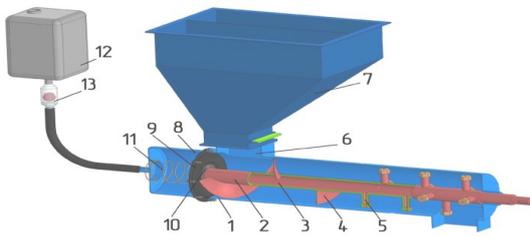
Полученное выражение позволяют определять температуру экстракта в нейтрализаторе при заданной толщине внутреннего цилиндра (δ , мм) в зависимости от времени нагревания (t , мин). Данная зависимость дает возможность для проектирования нейтрализатора и расчета его конструк-



тивно-технологических параметров.

Качество смешивания кормов оценивается однородностью смеси. Поэтому при приготовлении кукурузных кормов необходимо экстракт равномерно распределить по всему объему мезги. Проблема смешивания экстракта и мезги заключается в различной структуре данных продуктов. Первый – вязкая жидкость, второй – кашеобразная масса. Дополнительным препятствием при смешивании является остаточный крахмал, который находится в клейстеризованном виде.

С учетом вышеизложенного разработана конструкция смесителя с комбинированным шнеко-лопастным рабочим органом (патент РФ № 2454273) [16, 18]. Данная конструкция смесителя позволяет подавать экстракт непосредственно в зону смешивания, равномерно распределяя его по всему объему (рис. 3).



- 1 – корпус; 2 – рабочий орган; 3 – вал полый;
4 – конвейер шнековый; 5 – лопасть полая;
6 – входная горловина; 7 – бункер;
8 – камера экстракта

(1 - body; 2 - working body; 3 - hollow shaft;
4 - screw conveyor; 5 - hollow blade; 6 - inlet neck; 7 - bunker; 8 - extract chamber)

Рис. 3 – Схема разработанного шнеко-лопастного смесителя.

(Scheme of the developed screw-blade mixer)

Отличительной особенностью разработанного смесителя является его рабочий орган. Он комбинированный – шнеко-лопастной и имеет полую центральную трубу. Лопасты рабочего органа также полые, на концах имеют жеклеры. При вращении рабочий орган совершает дополнительно возвратно-поступательные движения. В торце корпуса смесителя установлена камера экстракта с мембраной. Переферийная часть мембраны закреплена между корпусом смесителя и камерой экстракта, а в центре она имеет подшипниковую опору в которую установлен рабочий орган. Камера экстракта соединена с накопительной емкостью и имеет обратный клапан. Таким образом камера экстракта, мембрана и обратный клапан выполняют роль мембранного насоса.

С целью обоснования конструктивно-технологических параметров и определения производительности установлена теоретическая зависимость скорости перемещения кормовой массы в разработанном смесителе

$$v_c = S \cdot n - A \sin\left(nt + \arcsin \frac{S-A}{r \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{S-A}{r}\right)^2}}\right) \cdot n, \text{ м/с} \quad (2)$$

где: S – шаг винтовой навивки, м;

n – частота вращения рабочего органа, с⁻¹;

A – амплитуда колебаний рабочего органа,

мм;

t – время одного оборота рабочего органа, с.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения параметров технических средств необходимо знание численных значений физико-механических и теплофизических свойств побочных продуктов крахмалопаточного производства.

Графическая зависимость липкости кукурузного экстракта от температуры его нагрева представлена на рисунке 4. Анализ результатов показывает, что значение липкости экстракта изменяется с 29,5 Н/м² до 33,3 Н/м² при повышении температуры от +15° С до +85° С. Характер кривой в диапазоне от +20 до +70° С можно описать как близкий к параболе. Минимальное значение липкости экстракта 13,7 Н/м² С достигается при +45° С. В интервале с +15 до +43° С значения липкости СКЭ снижаются с 29,5 Н/м² достигая своего минимального значения. В следующем интервале с +53 до +85° С наблюдается возрастание значения липкости экстракта с 14,1 до 33,3 Н/м². Из полученных результатов очевидно, что нейтрализацию кислотности экстракта и его смешивание с мезгой следует проводить при его предварительном нагреве до температуры 45-50° С, это позволит снизить затраты на данные операции и повысить качество смешивания [17].

Увеличение температуры экстракта от +15 до +43° С вызывает снижение значения вязкости и дезагрегацию его составляющих, что ведет к уменьшению липкости экстракта. Затем при температуре выше +53° С происходит постепенная из-за кислой среды денатурация белков с выпадением их в осадок, отчего липкость сгущенного экстракта возрастает, кроме того, уменьшается влажность экстракта; эта причинно-следственная связь подтверждается исследованиями других авторов.

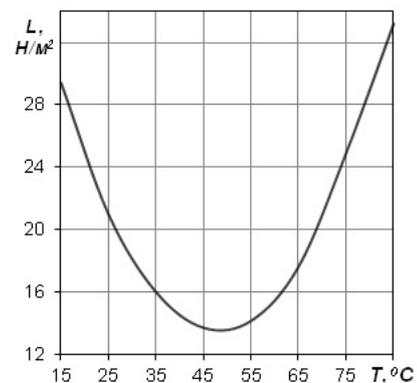


Рис. 4 – Графическое отображение влияния температуры нагревания (t) сгущенного экстракта на липкость (L)

(Graphical display of the effect of heating temperature (t) of the thickened extract on stickiness (L))



Анализ графической зависимости (рис. 5) показывает, что влажность экстракта оказывает значительное влияние на его плотность. Из представленного графического отображения следует, что при изменении влажности с 50 до 95 % плотность экстракта снижается с 1150 до 962 кг/м³. Участок кривой от 50 до 85 % влажности можно характеризовать как плавное уменьшение плотности экстракта. Это связано с удалением воды как составляющей с меньшей плотностью. Резкое падение плотности экстракта до значения 962 кг/м³ наблюдается на участке с 85 до 95 %. Данное явление сопряжено с наличием в экстракте летучих кислот (0,5-0,7 %), которые удаляются при его нагревании (выпаривании) [18]. При изменении влажности в интересующем нас диапазоне от 60 до 65 % его объемная масса изменяется незначительно с 1136 до 1140 кг/м³.

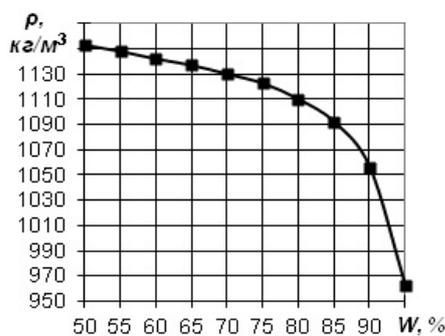


Рис. 5 – Графическое отображение влажности (W) кукурузного экстракта на плотности (ρ) (Graphical display of moisture (W) of corn extract on density (ρ))

По результатам исследований теплофизических свойств кукурузного экстракта, по методике А.Ф. Чудновского, влажность которого варьировались с 50 до 95 % при температуре 30° С, построены графические зависимости (рис. 6).

При изменении влажности экстракта в исследуемом диапазоне наблюдается повышение показателей теплофизических свойств: коэффициент теплопроводности с 0,30 до 2,0 Вт/(м·°К), коэффициент температуропроводности от $1,2 \times 10^{-7}$ до $4,3 \times 10^{-7}$ м²/с; удельная теплоемкость от $2,6 \times 10^3$ до $4,3 \times 10^3$ Дж/(кг·°К). Характер графических отображений зависимостей обусловлен формированием водородных связей при передаче теплоты в жидкостях, поэтому с увеличением влаги наблюдается рост показателей. В интересующем нас диапазоне влажности корма от 60 до 65 % теплофизические показатели остаются неизменными.

Как было описано выше, в нейтрализаторе кислотности осуществляются два процесса. Первый – нагревание экстракта путем передачи тепловой энергии экзотермических реакций взаимодействия оксида кальция и гидроксида натрия с водой и второй – нейтрализация органических кислот, находящихся в его составе.

В результате экспериментальных исследова-

ний данных процессов установлено, что при изменении толщины стенки внутреннего цилиндра от 0,001 до 0,002 м максимальная температура нагревания экстракта изменяется в диапазоне от 44,5 до 43,0° С, а время ее достижения составляет 2400-2700 с. Длительность стабилизации максимальной температуры – 912-1200 с.

Графическая зависимость изменения рН и температуры экстракта, при его смешивании с реагентами, в зависимости от подачи насоса нейтрализатора, представлена на рисунке 7.

Смешивание раствора реагентов с кукурузным экстрактом ведет к дополнительному повышению его температуры. При подаче насоса $6,3 \times 10^{-6}$; $8,3 \times 10^{-6}$ и $10,3 \times 10^{-6}$ м³/с температура нагревания кукурузного экстракта повышается до 45,9, 46,4 и 46,6° С, соответственно, при этом затраченное время составляет от 1080 до 1440 с.

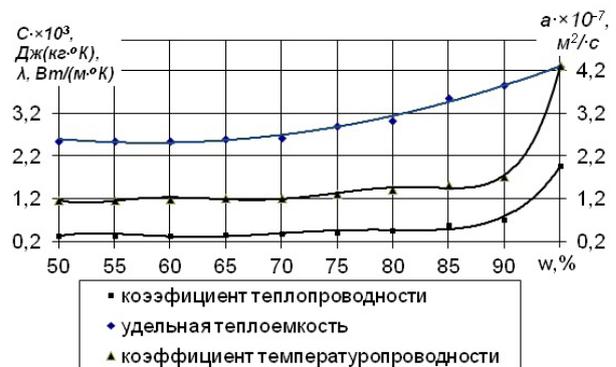


Рис. 6 – Графическое отображение влияния влажности на коэффициенты температуропроводности (а), теплопроводности (λ), теплоёмкость (с) кукурузного экстракта (Graphical display of the influence of humidity on coefficients of thermal diffusivity (a), thermal conductivity (λ), heat capacity (c) of corn extract)

Анализируя графические отображения зависимостей, стоит отметить, что в исследуемом диапазоне подачи насоса-смесителя, который обеспечивает смешивание раствора гидроксидов кальция и натрия с экстрактом, достигается повышение рН от исходного значения 3,9 до требуемого 6,3. В начале процесса первые 600-800 с рН интенсивно повышается, затем стабилизируется в течение 200-300 секунд и по истечении 1100-1300 с взаимодействие органических кислот экстракта с гидроксидами завершается. Наблюдаемый период стабилизации рН происходит из-за «буферного раствора», который обусловлен определенной концентрацией гидроксидов в экстракте, увеличение которой приводит к продолжению и завершению процесса нейтрализации. Время нейтрализации экстракта зависит от подачи насоса и достигает минимального значения 1200 с при его подаче $10,3 \times 10^{-6}$ м³/с.

Для обоснования оптимальных параметров разработанных средств механизации были проведены многофакторные эксперименты.

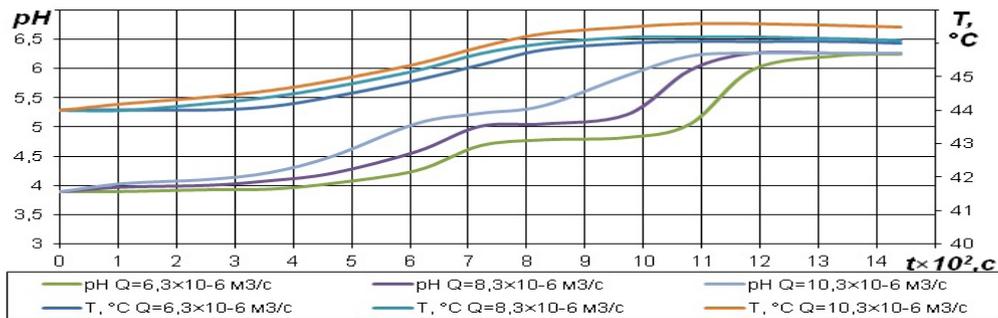


Рис. 7 – Графическое отображение влияния подачи насоса нейтрализатора на температуру и pH кукурузного экстракта
(Graphical display of the influence of the converter pump feed on the temperature and pH of the corn extract)

В результате обработки полученных данных рекомендованы оптимальные параметры для предложенной конструкции нейтрализатора: при толщине стенки внутреннего цилиндра 0,001- 0,002 м подача насоса должна составлять $(6,3- 8,3) \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$, а частота вращения мешалки $1,0-3,0 \text{ с}^{-1}$. При этом время нагревания экстракта и энергоёмкость процесса составляют 1500-1620 с и $(7,0-7,5) \times 10^{-5}$ соответственно.

Оптимальные параметры шнеко-лопастного смесителя: частота вращения рабочего органа $1,58-1,75 \text{ с}^{-1}$ при амплитуде его колебаний 0,05 м и диаметре отверстий жиклёров полых лопастей 0,004 м; при этом достигается однородность кормовой смеси 90-96 %, а энергоёмкость процесса составляет $(15,0-16,3) \times 10^{-5} \text{ Вт} \cdot \text{с}/\text{кг}$.

На основании результатов выполненных исследований были изготовлены производственные образцы нейтрализатора кислотности экстракта и шнеко-лопастного смесителя, обеспечивающие реализацию разработанной технологии, и смонтированы в цехе производства кормов кукурузоперерабатывающего предприятия ОАО «Ибрёдькрахмалпатока» расположенного в Рязанской области. Установлено что разработанные средства механизации работоспособны и обеспечивают необходимую производительность производственной линии кукурузных кормов 5,0- 5,5 т/ч и степень однородности смеси – 93 %, при этом:

- время нагревания экстракта до максимально возможной температуры $40-43^\circ \text{C}$ составило 2160-2448 с;

- время нейтрализации сгущенного кукурузного экстракта до достижения $\text{pH}=6,2-6,4$ составило 1188-1512 с, при этом его температура дополнительно повысилась на $1-3^\circ \text{C}$;

- удельные затраты энергии процесса нейтрализации экстракта $(38,0-44,4) \times 10^{-5} \text{ Вт} \cdot \text{с}/\text{кг}$;

- удельные затраты энергии на процесс смешивания – $(18,1-20,8) \times 10^{-5} \text{ Вт} \cdot \text{с}/\text{кг}$.

Заключение

Внедрение разработанной технологии и технических средств приготовления кукурузных кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства позволило исключить сброс сгущенного кукурузного экстракта в окружающую среду и использовать его в полном объеме в качестве

компонента кормов для сельскохозяйственных животных. При этом экономический эффект от внедрения при приготовлении 47304 т составил 3607800 руб., срок окупаемости оборудования – 0,35 года, дополнительная прибыль – 9110400 руб.

Список источников

1. Эффективность использования отходов крахмалопаточного производства в рационах молодняка крупного рогатого скота / П. И. Афанасьев, В. И. Гудыменко, Г. В. Расторгуев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1(5). – С. 129-131. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15133964>.

2. Эффективность использования подсущенного кукурузного экстракта в рационах крупного рогатого скота / П. И. Афанасьев, Ю. В. Калинин, Н. Н. Селезнева [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 5. – С. 61-62. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17704176>.

3. Использование побочной продукции крахмалопаточного производства в рационах сельскохозяйственных животных / П. И. Афанасьев, А. А. Шапошников, В. И. Гудыменко [и др.] // Зоотехния. – 2008. – № 6. – С. 14-16. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11672875>.

4. Способ повышения кормовых достоинств кукурузного экстракта / П. И. Афанасьев, Н. Н. Селезнева, Ю. В. Калинин [и др.] // Инновационные пути развития АПК на современном этапе: Материалы XVI Международной научно-производственной конференции, Белгород, 14–16 мая 2012 года. – Белгород: Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я. Горина, 2012. – С. 95. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23860770>.

5. Кудряшов, В. Л. Производство ультраконцентратов кукурузного экстракта на мембранных установках / В. Л. Кудряшов, Н. Д. Лукин, // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 105-107. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24998934>.

6. Кудряшов, В. Л. Пути повышения кормовой ценности кукурузных кормов с помощью биотехнологических и мембранных процессов / В. Л. Кудряшов, Н. Д. Лукин, Д. Н. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 3. – С. 71-73.



– URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25910526>.

7. Кравчик, Е. Г. Продуктивность коров и качество молока при использовании в рационах сырого кукурузного корма / Е. Г. Кравчик // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов. – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2016. – С. 84-91. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=8133718>.

8. Кравчик, Е. Г. Использование дойными коровами нутриентов рациона, содержащего смесь сырого кукурузного корма с сапропелем / Е. Г. Кравчик // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : Сборник научных трудов / Под редакцией В. К. Пестиса. – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2017. – С. 149-155. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32443425>.

9. Лукин, Н. Д. Совместимые технологии производства кормовых и пищевых добавок из побочных продуктов картофелекрахмальных заводов и биомассы трав / Н. Д. Лукин, В. Л. Кудряшов, Д. Н. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 112-114. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24998937>.

10. Орешкина, М. В. Экологически чистая технология и средства механизации переработки отходов картофелекрахмального производства на корм скоту : специальность 05.20.00 "Процессы и машины агроинженерных систем" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / М. В. Орешкина. – Рязань, 1996. – 492 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22521409>.

11. Орешкина, М. В. Обоснование параметров камеры обезвоживания картофельной мезги / М. В. Орешкина, В. М. Ульянов // Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур : Сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия СССР; Главное управление высших учебных заведений подготовки и переподготовки кадров; Всесоюзный ордена "Знак Почета" сельскохозяйственный институт заочного образования. – Москва : Всесоюзный сельскохозяйственный институт заочного образования, 1991. – С. 137-142. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=2288011412>.

12. Ульянов, В. М. Технология и обезвоживатель картофельной мезги на корм скоту : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ульянов Вячеслав Михайлович. – Рязань, 1990. – 21 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30232739>.

13. Полункин, А. А. Усовершенствованная технология и смеситель для приготовления сырых

кормов из отжаты мезги и сгущенного кукурузного экстракта : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Полункин Андрей Алексеевич. – Рязань, 2014. – 198 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22347886>

14. Сорокина, Н. Н. Мясная продуктивность бычков при использовании в рационах кукурузного экстракта : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Сорокина Надежда Николаевна. – Курск, 2015. – 133 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25839540/>

15. Способ приготовления корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства / В. М. Ульянов, В. В. Утолин, М. А. Коньков, Н. В. Счастлилова // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 1. – С. 8-9. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20227301>.

16. Патент № 2454273 С2 Российская Федерация, МПК В01F 7/02, А23N 17/00. Комбикормовый агрегат : № 2010116889/05 : заявл. 28.04.2010 : опубл. 27.06.2012 / Н. В. Счастлилова, А. А. Полункин, В. М. Ульянов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37765979>.

17. Studying physical and mechanical characteristics of corn feed / V. Ulyanov, V. Utolin, N. Luzgin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00209. – DOI 10.1051/bioconf/20201700209.

18. Mixer for dry concentrated feed / V. Ulyanov, V. Utolin, N. Luzgin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012143. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012143.

19. Quantifying productivity of a gravity dispenser / V. M. Ulyanov, V. V. Utolin, N. E. Luzgin [et al.] // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. – Yekaterinburg, 2020. – P. 1015. – DOI 10.1051/e3sconf/202022201015.

References

1. *Effektivnost' ispol'zovaniya othodov krahmalo-patochnogo proizvodstva v racionah molodnyaka krupnogo rogatogo skota / P. I. Afanas'ev, V. I. Gudymenko, G. V. Rastorguev [i dr.] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2005. – № 1(5). – S. 129-131. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15133964>.*

2. *Effektivnost' ispol'zovaniya podsgushchenNogo kukuruznogo ekstrakta v racionah krupnogo rogatogo skota / P. I. Afanas'ev, YU. V. Kalinin, N. N. Selezneva [i dr.] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2011. – № 5. – S. 61-62. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17704176>.*



3. Ispol'zovanie pobochnoj produkcii krahmalo-patochnogo proizvodstva v racionah sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / P. I. Afanas'ev, A. A. SHaposhnikov, V. I. Gudymenko [i dr.] // Zootekhnika. – 2008. – № 6. – S. 14-16. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11672875>.
4. Sposob povysheniya kormovyh dostoinstv kukuruznogo ekstrakta / P. I. Afanas'ev, N. N. Selezneva, YU. V. Kalinin [i dr.] // Innovacionnye puti razvitiya APK na sovremennom etape: Materialy XVI Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii, Belgorod, 14–16 maya 2012 goda. – Belgorod: Belgorodskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni V.YA. Gorina, 2012. – S. 95. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23860770>.
5. Kudryashov, V. L. Proizvodstvo ul'trakoncentratov kukuruznogo ekstrakta na membrannyh ustanovkah / V. L. Kudryashov, N. D. Lukin, // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. – № 11. – S. 105-107. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24998934>.
6. Kudryashov, V. L. Puti povysheniya kormovoj cennosti kukuruznyh kormov s pomoshch'yu biotekhnologicheskikh i membrannyh processov / V. L. Kudryashov, N. D. Lukin, D. N. Lukin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30. – № 3. – S. 71-73. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25910526>.
7. Kravchik, E. G. Produktivnost' korov i kachestvo moloka pri ispol'zovanii v racionah syrogo kukuruznogo korma / E. G. Kravchik // Sel'skoe hozyajstvo - problemy i perspektivy : sbornik nauchnyh trudov. – Grodno : Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyj universitet, 2016. – S. 84-91. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=8133718>.
8. Kravchik, E. G. Ispol'zovanie dojnymi korovami nutrientov raciona, sodержashchego smes' syrogo kukuruznogo korma s sapropel'em / E. G. Kravchik // Sel'skoe hozyajstvo - problemy i perspektivy : Sbornik nauchnyh trudov / Pod redakciej V. K. Pestisa. – Grodno : Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyj universitet, 2017. – S. 149-155. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32443425>.
9. Lukin, N. D. Sovmestimye tekhnologii proizvodstva kormovyh i pishchevyh dobavok iz pobochnykh produktov kartofelekrahmal'nyh zavodov i biomassy trav / N. D. Lukin, V. L. Kudryashov, D. N. Lukin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. – № 11. – S. 112-114. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24998937>.
10. Oreshkina, M. V. Ekologicheski chistaya tekhnologiya i sredstva mekhanizacii pererabotki othodov kartofelekrahmal'nogo proizvodstva na korm skotu : special'nost' 05.20.00 "Processy i mashiny agroinzhenernyh sistem" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / M. V. Oreshkina. – Ryazan', 1996. – 492 s. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22521409>.
11. Oreshkina, M. V. Obosnovanie parametrov kamery obezvozhivaniya kartofel'noj mezgi / M. V. Oreshkina, V. M. Ul'yanov // Kompleksnaya mekhanizaciya vozdel'yvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur : Sbornik nauchnyh trudov / Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya SSSR; Glavnoe upravlenie vysshih uchebnyh zavedenij podgotovki i perepodgotovki kadrov; Vsesoyuznyy ordena "Znak Pocheta" sel'skohozyajstvennyy institut zaochnogo obrazovaniya. – Moskva : Vsesoyuznyy sel'skohozyajstvennyy institut zaochnogo obrazovaniya, 1991. – S. 137-142. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=2288011412>.
12. Ul'yanov, V. M. Tekhnologiya i obezvozhivatel' kartofel'noj mezgi na korm skotu : special'nost' 05.20.01 "Tekhnologii i sredstva mekhanizacii sel'skogo hozyajstva" : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Ul'yanov Vyacheslav Mihajlovich. – Ryazan', 1990. – 21 s. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30232739>.
13. Polunkin, A. A. Usovershenstvovannaya tekhnologiya i smesitel' dlya prigotovleniya syryh kormov iz otzhatoj mezgi i sgushchennogo kukuruznogo ekstrakta : special'nost' 05.20.01 "Tekhnologii i sredstva mekhanizacii sel'skogo hozyajstva" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Polunkin Andrej Alekseevich. – Ryazan', 2014. – 198 s. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22347886>.
14. Sorokina, N. N. Myasnaya produktivnost' bychkov pri ispol'zovanii v racionah kukuruznogo ekstrakta : special'nost' 06.02.10 "CHastnaya zootekhnika, tekhnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva" : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk / Sorokina Nadezhda Nikolaevna. – Kursk, 2015. – 133 s. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25839540>.
15. Sposob prigotovleniya korma iz pobochnykh produktov krahmalopatochnogo proizvodstva / V. M. Ul'yanov, V. V. Utolin, M. A. Kon'kov, N. V. Schastlivova // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. – 2011. – № 1. – S. 8-9. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20227301>.
16. Patent № 2454273 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK B01F 7/02, A23N 17/00. Kombikormovyy agregat : № 2010116889/05 : zayavl. 28.04.2010 : opubl. 27.06.2012 / N. V. Schastlivova, A. A. Polunkin, V. M. Ul'yanov [i dr.] ; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Ryazanskiy gosudarstvennyy agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva". – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37765979>.
17. Studying physical and mechanical characteristics of corn feed / V. Ulyanov, V. Utolin, N. Luzgin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 noyabrya 2019 goda. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00209. – DOI 10.1051/bioconf/20201700209.
18. Mixer for dry concentrated feed / V. Ulyanov, V. Utolin, N. Luzgin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 sentyabrya 2019 goda. – Rostov-on-Don: Institute of Physics



Publishing, 2019. – P. 012143. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012143.

19. Quantifying productivity of a gravity dispenser / V. M. Ulyanov, V. V. Utolin, N. E. Luzgin [et al.] // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16 oktyabrya 2020 goda. – Yekaterinburg, 2020. – P. 1015. – DOI 10.1051/e3sconf/202022201015.

Информация об авторе

Утолин Владимир Валентинович, канд. техн. наук, доцент кафедры технических систем в АПК, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 6451985@mail.ru

Information about the author

Vladimir V. Utolin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agriculture, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 6451985@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.02.2022.; одобрена после рецензирования 03.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 28.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 620.197
DOI: 10.36508/RSATU.2022.89.86.018

ПАРК АВТОМОБИЛЕЙ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ АВТОСЕРВИСА

Иван Васильевич Фадеев

Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, г. Чебоксары, Россия

ivan-fadeev-2012@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Для достижения цели исследования и ответа на поставленные вопросы было проведено изучение влияния парка автомобилей на уровень развития системы автосервиса.

Методология. Одним из основных факторов, определяющих уровень развития автосервиса, является парк автомобилей. Методика исследования этой зависимости в работе основана на сборе информации, изучении, анализе и переработке статистических данных. Последовательность исследований была следующей: сбор, анализ и обработка информации по парку автомобилей РФ и ЧР, видам и наличию автосалонов, автообслуживающих предприятий в г. Чебоксары, динамике изменения парка автомобилей и системы автосервиса.

Результаты. На 1 января 2019 года в РФ зарегистрировано 43 млн 526 тыс. легковых автомобилей, по ЧР – 277723 легковых автомобиля, принадлежащих населению. Увеличение парка автомобилей в сравнении с 2015 годом по РФ составило 9,7 %, а по ЧР – 11,5 %. В г. Чебоксары насчитывалось 383 различных видов автообслуживающих предприятий, в т.ч. 26 автосалонов, 197 СТОА, различных по мощности и специализации, с общим количеством рабочих постов 817, а на начало 2015 года их количество было 189 с общим количеством рабочих постов 784, то есть прирост составил 4,2 %, в то время как прирост парка автомобилей составил 11,5 %.

Заключение. Увеличение количества АТС способствует увеличению количества автообслуживающих предприятий, их мощности, технической и технологической оснащенности и повышению объема услуг автосервиса. Однако, парк автомобилей как РФ, так и ЧР развивается более высокими темпами, чем система автосервиса. Несоответствие уровня развития системы автосервиса уровню парка автомобилей приводит к снижению коэффициента технической готовности, эффективности использования АТС, безопасности дорожного движения. Необходимо регулирование прироста парка АТС в пределах прироста инфраструктуры автомобильного транспорта, так как неконтролируемый прирост усугубляет ее проблемы.

Ключевые слова: парк автомобилей, техническое обслуживание, ремонт, система автосервиса, автосалон, уровень автомобилизации.

Для цитирования: Фадеев И.В. Парк автомобилей как определяющий фактор развития системы автосервиса // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 159- 167 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.89.86.018>

TECHNICAL SCIENCES

Original article

CAR PARK AS A DEFINITIVE FACTOR DEVELOPMENT OF CAR SERVICE SYSTEM

Ivan V. Fadeev

Chuvash State Pedagogical University Named after I. Ya. Yakovlev, Cheboksary, Russia

ivan-fadeev-2012@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. To achieve the goal of the study and answer the questions posed, a study of the influence of the car park on the level of development of the car service system was carried out.

Methods. One of the main factors determining the level of development of a car service is the car park. The research methodology for this relationship in the work is based on the collection of information, study, analysis and processing of statistical data. The sequence of research was as follows: collection, analysis and



processing of information on the car park of the Russian Federation and the Chuvash Republic, the types and availability of car dealerships, car service enterprises in Cheboksary, the dynamics of changes in the car park and car service system.

Results. As of January 1, 2019, 43 million 526 thousand passenger cars were registered in the Russian Federation, in the Chuvash Republic - 277723 passenger cars belonging to the population. The increase in the car park in comparison with 2015 in the Russian Federation amounted to 9.7 %, and in the Chuvash Republic - 11.5 %. In Cheboksary, there were 383 different types of car service enterprises, incl. 26 car dealerships, 197 service stations, different in capacity and specialization, with a total of 817 work posts, and at the beginning of 2015 their number was 189 with a total of 784 work posts, that is, the increase was 4.2 %, while the increase in the fleet cars accounted for 11.5 %.

Conclusion. From the analysis of the results of the study, it can be concluded that an increase in the number of automatic telephone exchanges increases the number of car service enterprises, their capacity, technical and technological equipment and an increase in the volume of car service services. However, the car park of both the Russian Federation and the Czech Republic is developing at a higher rate than the car service system. The discrepancy between the level of development of the car service system and the level of the car park leads to a decrease in the coefficient of technical readiness, the efficiency of using ATS, and road safety. It is necessary to regulate the growth of the vehicle fleet within the limits of the growth of the road transport infrastructure, since the uncontrolled growth aggravates its problems.

Key words: car park; maintenance; repair; car service system; car showroom; level of motorization.

For citation: Fadeev I. V. Car park as a definitive factor development of car service system. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2022; 14(1). P 159 - 167 (in Russ.) <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.89.86.018>

Введение

Автомобиль для современного человека является не предметом роскоши, а предметом первой необходимости, безопасное использование которого напрямую зависит от его технического состояния. В связи с этим обеспечение его технически исправного состояния – это актуальная и весьма важная задача [1]. Решением этой задачи занимаются специальные предприятия и организации, которые по своему функциональному назначению могут быть автотранспортными (АТП), автообслуживающими (СТОА) и авторемонтными (АРП) [2].

К функциям АТП, кроме перевозочной деятельности, относятся работы по ТО и ремонту собственных автотранспортных средств (АТС), а СТОА и АРП занимаются обслуживанием и ремонтом автомобилей других собственников на договорной основе за соответствующую плату [3].

Как указано в [4], целью системы ТО и ремонта является обеспечение соответствия состояния АТС установленным требованиям и повышение эффективности их использования владельцами.

Система ТО и ремонта представлена различными предприятиями, которые занимаются продажей, ТО и ремонтом АТС, производством гаражного оборудования, инструментов и принадлежностей, а также складами запасных частей [5]. Уровень развития этой системы, рациональная организация ТО и ремонта автомобилей определяют уровень технического состояния подвижного состава (ПС) автомобильного парка, следовательно, и показатели эффективности использования и аварийности на автомобильном транспорте [6, 7].

В связи с вышеизложенным, исследования по определению и повышению уровня развития системы ТО и ремонта подвижного состава автомобильного парка в отдельно взятом регионе или в масштабах страны являются актуальными и востребованными.

Цель исследования: определение соответствия темпов развития системы автосервиса динамике увеличения парка автомобилей.

Объектом исследования в данной работе является влияние парка автомобилей на уровень развития системы автосервиса, а предмет исследования – количество автомобилей, уровень автомобилизации, динамика изменения парка автомобилей за 5 лет в РФ и ЧР, виды и наличие автообслуживающих предприятий в г. Чебоксары и предлагаемые ими услуги.

Научной новизной работы является то, что в ней впервые сделана попытка определения соответствия уровня развития системы автосервиса парку автомобилей, раскрытия реальной ситуации по соотношению количества автомобилей к количеству автообслуживающих предприятий по г. Чебоксары.

Практическая значимость работы заключается в том, что по результатам исследования выработаны рекомендации по регулированию прироста парка АТС в пределах прироста инфраструктуры автомобильного транспорта.

Материалы и методы исследования

Методика исследований основана на сборе информации, изучении, анализе и переработке статистических данных.

В Чебоксарах сегодня существует несколько видов автосалонов, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками, перечнем услуг и политикой функционирования. В чем заключаются отличия разных автосалонов? Какие услуги они предлагают клиентам?

Автосалоны г. Чебоксары условно классифицируются как две большие категории: официальные дилеры и неофициальные автосалоны-мультимаркет. Первые являются прямыми посредниками между заводом-производителем и конечным потребителем. Чтобы получить право именовать-



ся «официальным», салону зачастую необходимо выиграть тендер [8]. Условия последнего предусматривают обязательное выполнение торговой площадкой жестких корпоративных требований [9]:

- соответствие по качеству обслуживания требованиям производителя;
- предоставление гарантий на все виды выполненных работ и предоставленные запасные части и материалы;
- техническое и технологическое оснащение всех помещений и обеспечение требуемых складских условий для хранения запасных частей, автомобилей и автопринадлежностей;
- предложение к продаже приспособленных к российским условиям автомобилей.

Из плюсов неофициальных дилеров можно отметить:

- сниженная стоимость;
- наличие моделей, не представленных в стране официально;
- иногда более широкий ассортимент автомобилей в наличии.

И официальные, и неофициальные автомобильные салоны могут быть монобрендовыми и мультибрендовыми. Первые специализируются на продаже машин от одного производителя. В автоцентрах второго типа позиционируются автомобили от двух брендов, что предоставляет клиентам более широкий выбор [10, 11]. Некоторые салоны, помимо новых транспортных средств, продают также автомобили с пробегом. Отследить их качество досконально невозможно. Но при ограниченном бюджете покупка подержанных автомобилей в салоне является более надежной, чем от физического лица. Это обуславливается:

- наличием юридических гарантий;
- отсутствием необходимости поиска много-

численных объявлений;

- указанием реальной стоимости в договоре;
- высокой скоростью оформления сделок.

Чебоксарские автосалоны сегодня предлагают потребителям широкий спектр услуг. Почти в каждом из них предусмотрены:

- консультационные услуги по выбору автомобиля;
- страхование транспортного средства;
- услуги и помощь при подготовке документов и автомобиля к продаже;
- ассистантский сервис (предоставляется официальными дилерами) – техподдержка и консультирование в дороге;
- различные системы продажи автомобилей (кредит, лизинг, «встречная продажа»);
- продажа автопринадлежностей;
- гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Желая привлечь, поощрить, поблагодарить клиентов, многие салоны внедряют дополнительные акции, скидки, подарки. Но чтобы выбрать надежного поставщика автомобиля, не стоит «вестись» исключительно на бонусы. Найти идеального партнера можно, оценив все нюансы – от стоимости до длительности гарантии, от доступной комплектации до уровня адаптации, от политики компании до оценок и отзывов реальных клиентов [12, 13].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследовательская часть данной работы содержала сбор, анализ и обработку информации по парку автомобилей, видам и наличию автообслуживающих предприятий в г. Чебоксары, результаты которых по состоянию на 1 января 2019 года приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Виды автообслуживающих предприятий и их количество в г. Чебоксары по состоянию на 1 января 2019 года

№ п/п	Виды автообслуживающих предприятий	Количество, ед.
1	СТОА общего назначения и автоцентры	41
2	Предприятия по продаже автомобилей, запасных частей и автопринадлежностей	92
3	Гаражные кооперативы и стоянки	77
4	Автомойки по легковым автомобилям	42
5	Предприятия по диагностированию и регулировке механизмов и систем автомобилей	27
6	Пункты инструментального контроля автомобилей и периодического технического осмотра	11
7	Шиномонтажные пункты	42
9	Предприятия по ремонту и покраске кузовов	17
10	Автозаправочные станции с минимальным перечнем авто-сервисных услуг	33
12	Предприятия по утилизации автомобилей и их элементов	1
	Всего	383



Покупка автомобиля – сложная задача, при выполнении которой покупателю приходится сталкиваться с выбором не только транспортного средства, но и непосредственно автосалона, осу-

ществляющего его продажу [14]. Перечень и реквизиты автосалонов в г. Чебоксары по состоянию на 1 января 2019 г. приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Перечень и реквизиты автосалонов г. Чебоксары

№№ п/п	Название автосалона	Реквизиты автосалона
1	Brilliance ВАЛ-Авто	+7 (8352) 230-303, г. Чебоксары Марпосадское шоссе, 6а,
2	GEELY ВАЛ-Авто	+7 (8352) 230-303, г. Чебоксары Марпосадское шоссе, 6а
3	Renault-ТрансТехСервис	+7 (8352) 240-010, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 19, корп. 1
4	Toyota-ТрансТехСервис	+7 (8352) 240-202, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 19
5	Авто-Дизель	+7 (8352) 220-555, г. Чебоксары, Монтажный проезд, 6
6	Автомобили с пробегом	+7 (8352) 320-777, г. Чебоксары, пр. Машиностроителей, 5
7	Автомобили с пробегом	+7 (8352) 320-777, г. Чебоксары, Пихтулино, ул. Автомобилистов, 1
8	Альянс Авто	+7 (8352) 230-077, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 3А
9	Авторегион	+7 (835) 232-17-77, г. Чебоксары, Канашское шоссе, 7
10	Автосалон MUSTANG	+7 (952)758-59-59, г. Чебоксары, Чебоксары, Базо-вый проезд, 6 «Б»
11	Альянс Ко	+7 (835) 223-80-00, г. Чебоксары, пр. Машиностроителей, 5
12	Альянс-Моторс	+7 (8352) 321-110, г. Чебоксары, ул. Автомобилистов, 1
13	Атлант	+7 (8352) 376-967, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 52, корп. 2, Бизнес-центр «Первая площадка», офис 115
14	Газ Луидор	+7 (8352) 22-68-08, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 1
15	Диал-Авто	+7 (8352) 220-120, г. Чебоксары, Чебоксарский район, д. Пихтулино, ул. Автомобилистов, 2
16	Евро Трейд Лизинг	+7 (8352) 507-931, г. Чебоксары, Керамзитовый проезд, 11а
17	Луидор	+7 (835) 222-68-08, г. Чебоксары, ул. Энгельса, 11
18	МБ-Чебоксары	+7 (8352) 202-204, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, 123
19	Н-АВТО	+7 (8352) 636-226, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 7а
20	Пульс Авто	+7 (8352) 510-500, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 32
21	РеалТрансАвто	+7 (917) 679-01-14, г. Чебоксары, Эгерский бульвар, 6
22	ТрансТехСервис	+7 (8352) 240-626, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 19, корпус 2
23	ТрансТехСервис	+7 (8352) 240-205, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 29
24	ТрансТехСервис Mazda	+7 (8352) 240-676, г. Чебоксары, ул. Лесная, 2
25	Фердинанд-Моторс	+7 (835) 232-10-00, г. Чебоксары, Марпосадское шоссе, 3д
26	Чебоксары-Лада	+7 (835) 276-30-10, г. Новочебоксарск, ул. Восточная, 6



Основным фактором, влияющим на развитие автосервиса в РФ и ЧР является парк автомобилей, его структура и тенденция развития [15]. Поэтому в работе проведен анализ парка легковых автомобилей, принадлежащих населению в РФ и ЧР.

Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» [16], динамика изменения парка автомобилей в РФ и ЧР за 2015-2019 гг. выглядит следующим образом (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика изменения парка автомобилей в РФ и ЧР за 2015-2019 гг. (млн. ед.)

Субъект	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
Российская Федерация	42,2	43,0	44,8	45,4	46,3
Чувашская Республика	0,2578	0,2592	0,2639	0,2779	0,2876

По данным того же агентства [16] по состоянию на 1 января 2019 года в нашей стране зарегистрировано 43 млн. 526 тыс. легковых автомобилей; подсчитано, где в России на 1 июля

2019 года больше всего автомобилей на душу населения. Вопреки ожиданиям, это не Москва.

Все субъекты РФ по уровню автомобилизации (обеспеченности легковыми автомобилями на 1000 человек) условно можно разделить на [14]:

1) регионы с высокой обеспеченностью:

- Карелия – 379;
- Псковская область – 378;
- Калужская область – 373;
- Калининградская область – 361;

2) регионы со средней обеспеченностью:

- Саратовская область – 311;
- Томская область – 311;
- Костромская область – 307;
- Владимирская область – 307;

3) регионы с низкой обеспеченностью:

- Дагестан – 197;
- Ингушетия – 168;
- Чеченская республика – 158;
- Чукотский АО – 120.

Уровень автомобилизации в России составил 309 автомобилей. Это не очень высокий показатель, особенно в сравнении с развитыми странами, где этот показатель составляет в среднем 700-800 автомобилей и выше. Такая ситуация по всем

регионам РФ примерно одинакова.

Москва с показателем автомобилизации 293 автомобиля занимает только восьмое место среди городов с населением более миллиона человек, хотя имеет самый большой парк автомобилей в стране. Но высокая численность населения снижает этот показатель до 293 автомобилей.

В число самых автомобилизированных городов России можно включить следующие города, где уровень автомобилизации составил [16]:

1. Самара – 344 автомобиля.
2. Краснодар – 343 автомобиля.
3. Санкт-Петербург – 330 автомобилей.
4. Воронеж – 315 автомобилей.
5. Екатеринбург – 315 автомобилей.
6. Казань – 305 автомобилей.

Другие российские города по уровню автомобилизации отстают от среднероссийских значений показателя.

По ЧР на начало 2019 года парк легковых автомобилей, принадлежащих населению, был представлен 277723 автомобилями. При этом уровень автомобилизации составил 225,7 автомобилей [16]. Это один из самых низких показателей автомобилизации по РФ.

В таблице 4 и на рисунке 1 приведена динамика изменения уровня автомобилизации в ЧР за 2015-2019 гг. в сравнении с показателями по РФ [16].

Таблица 4 – Число легковых автомобилей на 1000 человек населения в РФ и ЧР за 2015-2019 гг.

Субъект	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
Российская Федерация	283,3	288,8	294	305	309,1
Чувашская Республика	202,4	208,2	209,6	213,5	225,7



Рис. 1 – Число легковых автомобилей на 1000 человек населения в РФ и ЧР за 2015-2019 гг.
(Number of passenger cars per 1000 population in the Russian Federation and the Chuvash Republic for 2015-2019)

В основном парк автомобилей представлен автомобилями малого и среднего классов.

Развитие парка индивидуальных автомобилей поднимает ряд наиболее острых вопросов для всей инфраструктуры автомобильного транспорта: отставание уровня развития производственно-технической базы (ПТБ), производства запасных частей, безопасности движения и охраны окружающей среды, развития дорожной сети [14, 10, 17].

Нормативными и законодательными документами предусмотрено проведение ТО и ремонта автомобилей как АТП, так и населения через определенные предписанные пробеги или время эксплуатации [10, 11]. С целью обеспечения соответствия требованиям нормативно-технической документации легковой автомобиль на этапах своего жизненного цикла подвергается следующим видам технического воздействия:

- перед продажей – предпродажной подготовке;
- в гарантийный период эксплуатации – гарантийному обслуживанию, при необходимости – гарантийному ремонту;
- в послегарантийный период эксплуатации – плановым техническому обслуживанию и ремонту, возможны и внеплановые технические воздействия.

Предпродажная подготовка проводится за счет средств завода изготовителя. Факт проведения предпродажной подготовки фиксируется в сервисной книжке.

На начало 2019 года по г. Чебоксары числились 26 автосалонов, в которых осуществляется как продажа автомобилей, так и предпродажная подготовка, гарантийное обслуживание и ремонт.

Организация работ по проведению ТО и ремонта автомобилей в гарантийный период эксплуатации регламентируется РД 37.009.025-92 «Положение о гарантийном обслуживании легковых автомобилей и мототехники» (утвержден и введен в действие с 01.01.93). Гарантийный период эксплуатации устанавливается по времени и пробегу, техническими условиями предприятия-изготовителя и указывается в Руководстве по эксплуатации. Гарантийный период исчисляется со дня продажи автомобиля, указанного в техническом паспорте [18].

Обслуживание автомобилей в гарантийный период производится на СТОА за счет автовладельцев. Гарантийный ремонт производится за счет завода-изготовителя только при соблюдении правил эксплуатации автомобиля [19].

В г. Чебоксары ТО автомобилей в гарантийный период эксплуатации осуществляется в 26 автосалонах, которые имеют свою хорошо оснащенную ПТБ, на этих предприятиях предоставляются также услуги по дооснащению автомобилей (дополнительное оборудование, аудиосистема, противоголодные системы, противокоррозионная обработка кузова и т. д.).

На начало 2019 года в г. Чебоксары насчитывалось 197 единиц СТОА, различных по мощности и специализации (рис. 2), с общим количеством рабочих постов 817, а на начало 2015 года их количество было 189 с общим количеством рабочих постов 784. Сравнивая показатели 2015 и 2019 годов, можно убедиться, что прирост и количества СТОА, и общего количества рабочих постов за 5 лет составил 4,2 %, в то время как прирост парка автомобилей за эти же годы составил 11,5 %

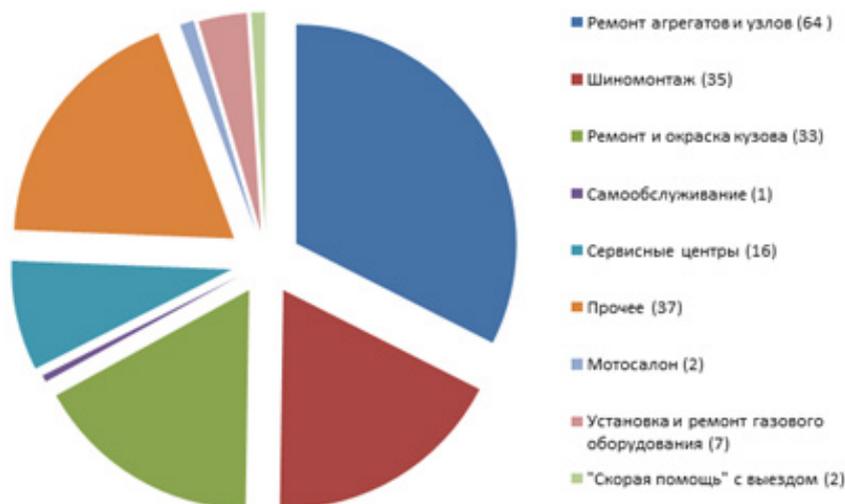


Рис. 2 – Общее количество СТОА на территории г. Чебоксары
(The total number of service stations in the city of Cheboksary)

Заключение

Из анализа результатов проведенного исследования можно сделать вывод о том, что увеличение количества АТС способствует увеличению количества автообслуживающих предприятий, их мощности, технической и технологической оснащенности и повышению объема услуг автосервиса. Однако, парк автомобилей как РФ, так и ЧР развивается более высокими темпами, чем система автосервиса. Несоответствие уровня развития системы автосервиса уровню парка автомобилей приводит к снижению коэффициента технической готовности, эффективности использования АТС, безопасности дорожного движения. Необходимо регулирование прироста парка АТС в пределах прироста инфраструктуры автомобильного транспорта, так как неконтролируемый прирост усугубляет ее проблемы.

Список источников

1. Турбин, И.В. Автомобилизация региона и дорожный сервис / И.В. Турбин, В.Г. Доронкин // Проблемы развития предприятий: теория и практика: материалы 15-й Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Самар. гос. экон. ун-та, в 3 ч. - Ч. 2. - Самара : Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2016. – С. 189-191. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27618579>
2. Бурменко, Т.Д. Некоторые аспекты специфики деятельности и производства услуг автосервисных предприятий / Т.Д. Бурменко, Г.Г. Кузьминич // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т. 25, № 4. – С. 583–589. DOI 10.17150/1993-3541.2015.25(4).583-589.
3. Карагодин, В. И. Проектирование авторемонтных предприятий: учеб. пособие / В.И. Карагодин. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2005. – 358 с. URL: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel14M250.pdf>
4. Тахтамышев, Х.М. Оптимизация параметров мощности автосервисных предприятий методом приближенного динамического программирования / Х.М. Тахтамышев, С.А. Белов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2017. – Том 9, №6. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/03TVN617.pdf>.
5. Терешин, О.В. Методика оптимального

использования производственных мощностей автосервисного предприятия / О.В. Терешин, Л.П. Амирханова // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2010. – №1 (45). – С. 47-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13219246>

6. Филатова, Н.А. Оценка влияния общественного транспорта на условия дорожного движения вблизи остановочных пунктов / Н.А. Филатова, Р.С. Чекотин, О.В. Алексеева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4, URL:<http://science-education.ru/ru/article/view?id=15351>.

7. Гасилова, О.С. Влияние интенсивности движения маршрутных транспортных средств на пропускную способность улично-дорожной сети / О.С. Гасилова, О.В. Алексеева, О.Ю. Грехов // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2016/3808>.

8. Епишкин, В.Е. Перспективные направления развития предприятий автосервиса / В.Е. Епишкин // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Т. 6, №3 (20). – С. 145-148. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30271177>

9. Тахтамышев, Х.М. Математические модели различных вариантов организации производственных процессов автосервисных предприятий в условиях умеренной конкуренции / Х.М. Тахтамышев, О.Ф.-Г. Этлухов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2015. – Том 7, №5. DOI: 10.15862/2015EVN515 (<http://dx.doi.org/10.15862/2015EVN515>).

10. Фадеев, И. В. Методика технологического расчета предприятий автосервиса: учебно-методическое пособие / сост. И. В. Фадеев. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2020. – 96 с. URL: <http://library.chuvsu.ru/index.php?page=230020000>

11. Епишкин, В.Е. Методика расчета предприятий автомобильного транспорта / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей VIII Международной научно-производственной конференции. – Пенза: Пензенская ГСХА,



2014. - С. 45-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23242967>

12. Будалин, С.В. Обоснование выбора автомобилей при формировании парка. / С.В. Будалин, С.В. Никулин, П.Д. Смирнов // Леса России и хозяйство в них. – 2012. – Т. 1-2, № 42-43. – С. 15-16. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18798603>.

13. Петин, Ю.П. К вопросу классификации и размещения объектов дорожного сервиса / Ю.П. Петин, В.Г. Доронкин // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2015 – № 2-1 (32-1) – С. 42-46. https://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site3456/html/media95255/5%20Petin_Doronkin.pdf

14. Фадеев, И.В. Некоторые особенности расчета количества обслуживаемых автомобилей проектируемых СТОА / И.В. Фадеев, В.Е. Рязанов, С.А. Васильев // Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития: сборник материалов 5-ой научно-практической конференции, Чебоксары: Волжский филиал МАДИ, 2012. – С 18-20. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26229033>

15. Рязанов, В. Е. К проектированию станций технического обслуживания автомобилей / В. Е.

Рязанов, И. В. Фадеев // Транспортные системы Сибири: проблемы безопасности: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. – 296 с.

16. <https://www.autostat.ru/press-releases/38441/> © Автостат.

17. Усанина, Л.В. Оценка состояния шумового загрязнения автомобильным транспортом улично-дорожной сети в г. Екатеринбурге / Л.В. Усанина, Н.О. Вербицкая // Журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2013. – № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9468>.

18. Белов, В.В. Организация участка уборки и мойки мобильной техники / В.В. Белов, И.В. Фадеев // Известия международной академии аграрного образования. – 2015. – Вып. №25, Т.1. – С. 140-144. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24908465>

19. Белов, В.В. Эксплуатационная надежность транспортного средства, агрегатов и систем / В.В. Белов, И.В. Фадеев, П.В. Зайцев, О.Г. Огнев // Известия международной академии аграрного образования. – 2017. – №37. – С. 9-14.

References

1. . Turbin, I.V. Avtomobilizaciya regiona i dorozhnyj servis / I.V. Turbin, V.G. Doronkin // Problemy razvitiya predpriyatij: teoriya i praktika: materialy 15-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu Samar. gos. ekon. un-ta, v 3 ch. - CH. 2. - Samara : Izd-vo Samar. gos. ekon. un-ta, 2016. – S. 189-191. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27618579>

2. Burmenko, T.D. Nekotorye aspekty specifiky deyatelnosti i proizvodstva uslug avtoservisnyh predpriyatij / T.D. Burmenko, G.G. Kuz'minich // Izvestiya Irkutskoj gosudarstvennoj ekonomicheskoy akademii. – 2015. – Т. 25, № 4. – С. 583–589. DOI 10.17150/1993-3541.2015.25(4).583-589.

3. Karagodin, V. I. Proektirovanie avtoremontnyh predpriyatij: ucheb. posobie / V.I. Karagodin. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2005. – 358 s. URL: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel14M250.pdf>

4. Tahtamyshev, H.M. Optimizaciya parametrov moshchnosti avtoservisnyh predpriyatij metodom priblizhennogo dinamicheskogo programmirovaniya / H.M. Tahtamyshev, S.A. Belov // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE», 2017. – Tom 9, №6. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/03TVN617.pdf>.

5. Tereshin, O.V. Metodika optimal'nogo ispol'zovaniya proizvodstvennyh moshchnostej avtoservisnogo predpriyatiya / O.V. Tereshin, L.R. Amirhanova // Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2010. – №1 (45). – С. 47-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13219246>

6. Filatova, N.A. Ocenka vliyaniya obshchestvennogo transporta na usloviya dorozhnogo dvizheniya vblizi ostanovochnyh punktov / N.A. Filatova, R.S. ChEkotin, O.V. Alekseeva // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 4, URL:<http://science-education.ru/ru/article/view?id=15351>.

7. Gasilova, O.S. Vliyaniye intensivnosti dvizheniya marshrutnyh transportnyh sredstv na propusknyuyu sposobnost' ulichno-dorozhnoj seti / O.S. Gasilova, O.V. Alekseeva, O.YU. Grekhov // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2016. – № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3808>.

8. Epishkin, V.E. Perspektivnye napravleniya razvitiya predpriyatij avtoservisa / V.E. Epishkin // Azimut nauchnyh issledovaniy: ekonomika i upravlenie. – 2017. – Т. 6, №3 (20). – С. 145-148. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30271177>

9. Tahtamyshev, H.M. Matematicheskie modeli razlichnyh variantov organizacii proizvodstvennyh processov avtoservisnyh predpriyatij v usloviyah umerennoj konkurencii / H.M. Tahtamyshev, O.F.-G. Etluhov // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE», 2015. – Tom 7, №5. DOI: 10.15862/201Evn515 (<http://dx.doi.org/10.15862/201Evn515>).

10. Fadeev, I. V. Metodika tekhnologicheskogo rascheta predpriyatij avtoservisa: uchebno-metodicheskoe posobie / sost. I. V. Fadeev. – CHEboksary: CHuvash. gos. ped. un-t, 2020. – 96 s. URL: <http://library.chuvsu.ru/index.php?page=230020000>

11. Epishkin, V.E. Metodika rascheta predpriyatij avtomobil'nogo transporta / V.E. Epishkin, I.V. Turbin // Perspektivnye napravleniya razvitiya avtotransportnogo kompleksa: sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii. – Penza: Penzenskaya GSKHA, 2014. - S. 45-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23242967>

12. Budalin, S.V. Obosnovanie vybora avtomobilej pri formirovanii parka. / S.V. Budalin, S.V. Nikulin, P.D. Smirnov // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. – 2012. – Т. 1-2, № 42-43. – С. 15-16. <http://elibrary.ru/item>.



asp?id=18798603.

13. Petin, YU.P. K voprosu klassifikacii i razmeshcheniya ob"ektov dorozhnogo servisa / YU.P. Petin, V.G. Doronkin // Vektor nauki Tol'yattinskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015 – № 2-1 (32-1) – S. 42-46. https://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site3456/html/media95255/5%20Petin_Doronkin.pdf

14. Fadeev, I.V. Nekotorye osobennosti rascheta kolichestva obsluzhivaemyh avtomobilej proektiruemyh STOA / I.V. Fadeev, V.E. Ryazanov, S.A. Vasil'ev // Dorozhno-transportnyj kompleks: sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya: sbornik materialov 5-oj nauchno-prakticheskoy konferencii, CHEboksary: Volzhskij filial MADI, 2012. – S 18-20. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26229033>

15. Ryazanov, V. E. K proektirovaniyu stancij tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobilej / V. E. Ryazanov, I. V. Fadeev // Transportnye sistemy Sibiri: problemy bezopasnosti: sbornik nauchnyh trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Krasnoyarsk: Sibirskij federal'nyj universitet, 2013. – 296 s.

16. <https://www.autostat.ru/press-releases/38441/> © Avtostat.

17. Usanina, L.V. Ocenka sostoyaniya shumovogo zagryazneniya avtomobil'nym transportom ulichno-dorozhnoj seti v g. Ekaterinburge / L.V. Usanina, N.O. Verbickaya // ZHurnal «Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya». – 2013. – № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9468>.

18. Belov, V.V. Organizaciya uchastka uborki i mojki mobil'noj tekhniki / V.V. Belov, I.V. Fadeev // Izvestiya mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2015. – Vyp. №25, T.1. – S. 140-144. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24908465>

19. Belov, V.V. Ekspluatacionnaya nadezhnost' transportnogo sredstva, agregatov i sistem / V.V. Belov, I.V. Fadeev, P.V. Zajcev, O.G. Ognev // Izvestiya mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2017. – №37. – S. 9-14.

Информация об авторе

Фадеев Иван Васильевич, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой машиноведения, Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, ivan-fadeev-2012@mail.ru

Information about the authors

Fadeev Ivan Vasilievich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering, Chuvash State Pedagogical University Named after I. Ya. Yakovlev, , ivan-fadeev-2012@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15.12.2021; одобрена после рецензирования 26.12.2021; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 15.12.2021; approved after reviewing 26.12.2021; accepted for publication 11.03.2022.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.171:635.621
DOI: 10.36508/RSATU.2022.22.28.020

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДОВ СОРТООБРАЗЦОВ ТЫКВЫ (CUCURBITA) ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В УМЕРЕННОЙ ЗОНЕ

Андрей Владимирович Гончаров¹, Ирина Николаевна Гаспарян²✉, Виктор Федорович Пивоваров³, Александр Григорьевич Левшин⁴

^{1,2,3}Российский государственный аграрный университет – московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

⁴Федеральный научный центр овощеводства

¹tikva2008@mail.ru

²irina150170@yandex.ru

³pivovarov@vniissok.ru

⁴alev200151@rambler.ru

Аннотация.

Проблема и цель. В последние годы выводятся много новых перспективных сортов. Очень часто сорта, имеющие высокую продуктивность, менее устойчивы к погодным катаклизмам; к сожалению, в неблагоприятных условиях среды снижают свою продуктивность в связи с низкой приспособляемостью к местным условиям возделывания. В последние годы наблюдаются еще и глобальные изменения климатических условий, и поэтому многолетнее изучение на адаптивность, пластичность и стабильность сортов тыквы по урожайности и другим показателям очень важно для региона. Это позволит выявить наиболее устойчивые сорта к неблагоприятным условиям внешней среды, улучшить качество продукции и повысить эффективность механизированного производства во всех районах умеренной зоны.

Методология. Исследования выполнены в полевом участке открытого грунта ФГБОУ ВО РГАЗУ в течение 2006-2020 гг. по стандартной технологии, опыт и статистическая обработка выполнены по методике полевого опыта Б.А. Доспехова.

Результаты. Анализируя среднеквадратичное отклонение характеристик тыквы, можно сказать, что изученные сорта и сортообразцы отечественной и зарубежной селекции обладают высокой стабильностью по форме и размеру плода в условиях умеренной зоны, что позволит получать высокие урожаи, несмотря на вариацию.

Заключение. В результате многолетних исследований в условиях умеренной зоны можно предложить для механизированного возделывания сортообразцы с наибольшей стабильностью по признаку формы и размеров плодов: сорт Мозолевская 49 (твердокорая), сорт Пастила шампань (крупноплодная), сортообразец № 28-Иг (мускатная).

Ключевые слова: пластичность, стабильность, урожайность, тыква, адаптивность, форма плода, размер.

Для цитирования: Гончаров А.В., Гаспарян И.Н., Пивоваров В.Ф., Левшин А.Г. Биоморфологическая характеристика плодов сортообразцов тыквы (*Cucurbita*) для механизированного возделывания в умеренной зоне//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т14, №1. С 168- 174 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.22.28.020>

TECHNICAL SCIENCES

Original article

BIOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FRUITS OF PUMPKIN (CUCURBITA) VARIETIES FOR MECHANIZED CULTIVATION IN THE TEMPERATE ZONE

Andrey V. Goncharov¹, Irina N. Gasparyan²✉, Viktor F. Pivovarov³, Alexander G. Levshin⁴

^{1,2,3}Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

⁴Federal Scientific Center for Vegetable Growing



¹tikva2008@mail.ru

²irina150170@yandex.ru

³pivovarov@vniissok.ru

⁴alev200151@rambler.ru

Abstract.

Problem and purpose. In recent years, many new promising varieties have been developed. Very often, varieties with high productivity are less resistant to weather disasters, unfortunately, in adverse environmental conditions, they reduce their productivity due to low adaptability to local cultivation conditions. In recent years, global changes in climatic conditions have also been observed, and therefore a long-term study of the adaptability, plasticity and stability of pumpkin varieties in terms of yield and other indicators is very important for the region. This will make it possible to identify the most resistant varieties to adverse environmental conditions, improve product quality and increase the efficiency of mechanized production in all regions of the temperate zone.

Methods. The studies were carried out in the field area of the open ground of the FGBOU VO RGAZU during 2006-2020. according to standard technology, experience and statistical processing were performed according to the method of field experiment B.A. Dospekhov.

Results. Analyzing the standard deviation of pumpkins, we can say that the studied varieties and varieties of domestic and foreign breeding have high stability in the shape and size of the fruit in the temperate zone, which will allow you to get high yields, despite the variation.

Conclusion. As a result of many years of research in the temperate zone, it is possible to offer varieties for mechanized cultivation with the greatest stability in terms of shape and size of fruits: variety Mozolevskaya 49 (hard bark), variety Pastila champagne (large-fruited), variety sample No. 28-Ig (muscat).

Key words: plasticity, stability, productivity, pumpkin, adaptability, fruit shape, size.

For citation: Goncharov A.V., Gasparyan I.N., Pivovarov V.F., Levshin A.G. Biomorphological characteristics of fruits of pumpkin varieties (*Cucurbita*) for mechanized cultivation in the temperate zone // *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2022. T14, No.1. With P 168- 174 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.22.28.020>

Введение

Тыква относится к числу ценных бахчевых культур, мякоть и семена которой можно использовать для питания населения, семена - для получения масла, а также в качестве сырья для консервной промышленности, кулинарии, фармакопии, а также для корма скоту [1, 10]. Тыква ценна содержанием бета-каротина (стоит на втором месте после облепихи) и содержанием различных макро и микроэлементов, которые обладают антиоксидантными свойствами, улучшают иммунитет человека, регулируют биологические процессы и т.д.[8]. Тыкву можно возделывать только для получения мякоти или для получения мякоти и семян одновременно, или только для получения семян. Технология возделывания в зависимости от назначения будет отличаться.

Тыква выращивается в основном на юге нашей страны. В Нечерноземной зоне РФ пока недостаточно изучены вопросы, касающиеся механизированной технологии возделывания. Выбор комплекса машин для возделывания тыквы зависит от конечной цели использования плодов, особенно машин для уборки. Уборка является самой трудоемкой операцией и при комплексной уборке может быть однофазной и двухфазной. В любом случае происходит скатывание плодов в валки с помощью валкообразователя.

Скатывание плодов осуществляется легче в том случае, если плоды имеют шарообразную форму. Необходимо, чтобы плоды были примерно од-

ного размера, и не должны меняться от изменившихся факторов возделывания. Наиболее жесткие требования к форме и размерам предъявляются плодам при механизированной уборке, особенно к плодам, убираемым для продовольственных целей. Это необходимо для лучшей сохранности плодов и внутренней структуры. Плоды, убираемые для выделения семян, имеют менее строгие требования, но важно сохранить целостность плода. Это основные агротехнические требования к машинам для уборки тыквы.

Сортимент сортов тыквы для Нечерноземной зоны невелик и правильный подбор сортов в зависимости от назначения пригодных к механизированному возделыванию актуален. Необходимы сорта, которые адаптивны к условиям возделывания Нечерноземной зоны РФ и имеют устойчивую форму и размеры плодов. Это позволит значительно уменьшить зависимость агроценоза тыквы от нерегулируемых факторов внешней среды, улучшит качество получаемой продукции.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены в полевом участке открытого грунта ФГБОУ ВО РГАЗУ (550 8094' северной широты, 370 9581' восточной долготы на высоте 145 м над уровнем моря). Почва – дерново-подзолистая на подзолистом суглинке с мощностью пахотного горизонта 23-29 см. Агробиологические показатели почвы были следующими: азот общий – 1,59-1,91 мг на 100 г почвы, фосфор подвижный – 27,8-28,5 мг, калий подвижный – 24,2-



26,1 мг, рНсол. – 5,8-6,6, содержание гумуса – 2,4-2,9 %.

Рассада выращивалась в теплице общей продолжительностью 20-27 дней в зависимости от погодных-климатических условий, где поддерживалась температура воздуха до появления всходов – 25-27 °С. После появления всходов температуру воздуха понижали на 4-5 дней до 15-16 °С днем и 12-14 °С в ночное время; затем температурный режим был ночью 15-17 °С, в пасмурную погоду – 17-18 °С, в солнечные дни – 20-21 °С. Проводились периодические поливы рассады водой и осуществлялась вентиляция теплицы для удаления излишней влажности. Далее рассада была высажена на полевой участок. Технология возделывания стандартная, опыт заложен по методике полевого опыта Б.А. Доспехова и статистическая обработка - по стандартным методикам селекции [3, 5-6]. Схема посадки растений сортообразцов тыквы фиголистной 1,4 м x 2,1 м; тыквы мускатной, твердокорой и крупноплодной – 1,4 м x 1,4 м.

Материалом для исследований служили следующие сортообразцы четырех видов тыквы:

– тыква твердокорая: Spaghetti (Чехия), Пивденная (Украина), Мозолеевская 49 (Россия);

– тыква крупноплодная: Пастила шампань (Франция), Амбар (Россия), MarineDiChioggia (Чехия), № 119-С (Россия);

– тыква мускатная: Butternut (Чехия), № 19-Пгв (Россия), Мускат Прованса (Франция), Красавица (Россия), Витаминная (Россия), № 13-М (Россия), № 26-Мч (Россия), № 28-Иг (Россия);

– тыква фиголистная: № 4480 (Россия).

Экологическую пластичность сортов тыквы определяли по Эберхарту и Расселу (в изложении Пакудина В.З.) [9].

Показатель гомеостатичности (Ном) вычисляли по В.В. Хангильдину [13] по формуле

$$Nom = \frac{x^2}{\sigma \cdot (x_{opt} - x_{lim})} ,$$

где x – средняя урожайность, т/га;

x_{opt} – среднее значение урожайности на оптимальном фоне, т/га;

x_{lim} – среднее значение урожайности на лимитированном фоне, т/га;

σ – среднее квадратичное отклонение.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия не имеют повторности. Пригодность сорта к различным изменениям

погодных, почвенных и хозяйственных условий отражает экологическую пластичность. Пластичные и устойчивые сорта, способные давать урожаи в любых условиях, ценны и важны для растениеводства [14].

Для механизированного возделывания необходимо иметь сорта, плоды которых созревают одновременно и имеют товарный и однородный вид. В последние годы большой интерес для населения представляют небольшие плоды, так называемые порционные, которые можно употребить в пищу за один прием [10].

Качество плодов тыквы определяется ГОСТом 7975-2013 (ТУ). Плоды должны быть свежими, целыми, здоровыми, без заболеваний, с окраской и формой, свойственными данному ботаническому виду, с плодоножкой или без нее. Допускаются плоды с отклонениями от правильной формы, но не уродливые, с зарубцевавшимися повреждениями коры от порезов и царапин. Степень зрелости характеризуется как «плоды зрелые, со сформировавшимися семенами и окраской коры, свойственной данному ботаническому виду и сорту». По такой характеристике определить степень зрелости может опытный бахчевод.

Данные по урожайности объясняются благодаря анализу плодов сортообразцов разных видов в исследуемые года, где были выявлены большие различия по форме, размеру (высота и диаметр), толщине мякоти, окраске, вкусу и т.д. (табл. 1). Твердокорая тыква сорта Мозолеевская 49 в среднем имеет высоту 24,0 см, диаметр 24,6 см, что ближе к форме шара. Сорта Пивденная и Spaghetti имеют эллипсоидную форму, так как в среднем высота составляет 25,0 и 27,8 см и диаметр 20,6 и 18,3 см. Размах варьирования признака высоты и диаметра плода, а также толщины мякоти невелик по годам исследований. Важным моментом является стабильность сорта [11]. Изученные сорта твердокорых тыкв обладают стабильностью, независимо от фактора – условий года (с. Мозолеевская 49 – S_x : $l=3,29$, $b=1,3$ и $c=0,2$; с. Пивденная – $l=10,7$, $b=7,3$, $c=3,1$; Spaghetti - $l=13,1$, $b=7,4$, $c=0,9$). Вариация (V, %) твердокорых сортов тыкв сильно различается: небольшая вариация у с. Мозолеевская 49, у сорта Пивденная большая вариация по признаку толщина мякоти (95,6 %) и у сорта Spaghetti показатели плода также имеют среднюю вариацию. Таким образом, наиболее адаптивным и стабильным сортом из твердокорых тыкв по признаку форма плода является сорт Мозолеевская 49.

Таблица 1 - Биоморфологическая характеристика плодов сортообразцов твердокорой тыквы, см

Сорта	Мозолеевская 49			Пивденная			Spaghetti		
	l	b	c	l	b	c	l	b	c
2006	19,8	21,2	2,3	22,6	18,7	2,6	26	16	2,2
2007	22,3	21,9	2,5	22,9	19,7	2,9	27,7	16,4	2,0
2008	21,3	20,5	2,4	22,0	19,0	2,8	27,0	16,9	2,2
2009	26,5	22	2,2	28,0	25,0	2,7	29,0	22,6	2,3
2010	26,0	21,6	2,6	27,9	20,6	3,0	27,5	18,4	2,2



2011	28,0	24,6	2,6	26,7	20,6	3,0	29,5	19,4	2,2
Среднее	24,0	22,0	2,4	25,0	20,6	2,8	27,8	18,3	2,2
Y_2-Y_1	-8,2	-4,1	-0,2	-5,9	-6,3	-0,4	-3,5	-6,6	-0,3
$(Y_2+Y_1)/2$	23,9	22,6	2,4	24,4	25	2,8	27,8	19,3	2,2
S_x^2	10,8	1,8	0,03	113,4	53,3	9,3	171,3	55,1	0,8
σ	3,29	1,3	0,2	10,7	7,3	3,1	13,1	7,4	0,9
V, %	13,7	6,1	6,6	42,8	35,4	95,6	47,2	40,5	41,3

Примечание: l – высота, b – диаметр, c – толщина мякоти, Y_2-Y_1 – экологическая пластичность, $(Y_2+Y_1)/2$ – стрессоустойчивость, S_x^2 – дисперсия, σ – среднее квадратическое отклонение, V – вариация

Изученные крупноплодные сорта (табл. 2) имеют различную форму: цилиндрическую (с. Пастила шампань), слабосплюснутую (с. Амбар и MarineDiChioggia) и среднесплюснутую (сортобразец № 119-С). Размах варьирования признака формы плода небольшой и не зависит от климатических условий.

Анализируя среднее квадратическое отклонение крупноплодных тыкв, можно сказать, что изученные сорта и сортобразцы обладают высокой стабильностью, т.е. в стрессовых условиях размер плодов и форма останутся и урожайность плодов сохранится [4, 12]. Об экологической стабильности можно судить по разнице между минимальным и максимальным показателями размера плода

(Y_2-Y_1). Эти показатели у сортов и сортобразцов крупноплодной тыквы довольно низкие. Показатели размера и формы плодов тыквы крупноплодной в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях $(Y_2+Y_1)/2$ характеризует генетическую гибкость или стрессоустойчивость [2]. К сожалению, низкие показатели указывают на меньшую степень соответствия между генотипом сорта и сортобразца и факторами среды [7]. Вариация (V) по показателям размера и формы остается высокой, кроме показателя толщина мякоти у сорта Пастила шампань. Таким образом, среди крупноплодных форм можно выделить сорт Пастила шампань, как наиболее адаптивный сорт.

Таблица 2 – Биоморфологическая характеристика плодов сортобразцов крупноплодной тыквы, см

Сорта	Пастила шампань			Амбар			MarineDiChioggia			№ 119-С		
	l	b	c	l	b	c	l	b	c	l	b	c
2006	23,3	12,1	2,4	13,6	21,3	3,6	16,6	23,5	2,8	12,7	24,9	2,6
2007	23,9	12,0	2,2	15,8	24,7	3,5	16,9	25,5	2,6	13,5	29	2,9
2008	23,4	12,1	2,0	15,0	24,9	3,3	16,0	25,3	2,4	13,8	28,0	2,8
2009	23,6	12,2	2,2	14,7	24,0	3,5	15,6	23,4	2,2	12,5	25,4	2,5
2010	25,8	15,5	2,4	19,5	26,7	3,6	19,9	26,6	2,4	18,5	32	2,7
2011	26,3	15,9	2,4	19,2	23	3,6	19,1	24,5	2,4	24,5	36	2,7
Среднее	24,4	13,3	2,3	16,3	24,1	3,5	17,4	24,8	2,5	15,9	29,21	2,7
Y_2-Y_1	-3	-3,9	-8,2	-5,9	-5,4	-0,3	-4,3	-3,2	-0,6	-12	-11,1	-0,4
$(Y_2+Y_1)/2$	24,8	14	23,9	16,6	24	3,5	17,8	25	2,5	18,5	30,5	2,7
S_x^2	95,5	33,6	10,8	41,3	110,0	1,9	45,3	106,6	3,9	35,9	211,7	7,7
σ	9,8	5,8	3,3	6,4	10,5	1,4	6,7	10,3	2	6	14,6	2,8
V, %	40,2	43,6	13,7	39,3	43,6	55,5	38,6	41,5	80,9	37,7	49,9	103,7

Примечание: l – высота, b – диаметр, c – толщина мякоти, Y_2-Y_1 – экологическая пластичность, $(Y_2+Y_1)/2$ – стрессоустойчивость, S_x^2 – дисперсия, σ – средняя квадратическое отклонение, V – вариация

Изученные мускатные тыквы (табл.3) представлены многообразием: удлиненно-цилиндрической формы у с. Butternut и № 13-М (высота к диаметру в среднем 2,38 и 2,6), цилиндрической формы – с. Витаминная (1,41), сортобразец № 19-Пгв имеет сильносплюснутую форму (0,23), слабосплюснутую – Красавица (0,74), шаровидной формы – Мускат прованса (0,86) и № 26-Мч (1,0), удлиненно-овальную форму имеет сортобразец № 28-Иг (1,32). Размах варьирования довольно низкий по

всем сортобразцам и сортам. Генетическую гибкость $(Y_2+Y_1)/2$ имеют также практически все сорта, кроме № 13-М (30,9 по показателю высоты плода). Вариация остается высокой (выше 25 %), особенно по показателю толщина мякоти (Мускат прованса (100,7), Красавица (103,7), Витаминная (83,0), № 13-М (155,6) и № 13-М (173,1)). Таким образом, из мускатных тыкв наиболее адаптивной в комплексе по показателям размера и форм плодов можно считать сортобразец № 28-Иг.



Таблица 3 - Биоморфологическая характеристика плодов сортообразцов мускатной тыквы, см

Сорта	Butternut			№ 19-Пгв			Мускат Прованса			Красавица		
	l	b	c	l	b	c	l	b	c	l	b	c
2006	24,3	9,4	6,5	6,5	25,0	16,6	16,4	15,5	2,8	17,0	24,5	2,8
2007	26,0	9,9	6,8	6,8	25,8	15,5	11,4	13,4	2,7	18	27,5	2,5
2008	27,0	11,9	5,5	5,5	26,1	16,5	14,6	16,0	2,9	18,3	28	2,8
2009	26,0	11,3	5,6	5,6	26,9	17,3	14,2	15,7	3,1	24,8	29	2,9
2010	28,0	12,5	6,9	6,9	29,8	16,5	15,4	19,0	2,6	19,0	24,5	2,6
2011	28,9	12,8	6,9	6,9	29,8	19,5	17,9	24,0	2,6	24,0	28,5	2,6
Среднее	26,7	11,3	6,4	6,4	27,2	17,0	15,0	17,3	2,8	20,2	27	2,7
У ₂ -У ₁	-4,6	-3,4	-1,4	-1,4	-4,8	-4	-6,5	-10,6	-0,5	-7,8	-4,5	-0,3
(У ₂ +У ₁)/2	26,6	11,1	6,2	6,2	27,4	17,5	14,7	18,7	2,9	20,9	26,8	2,8
S _x ²	170,8	9,2	2,2	2,2	129,2	38,4	30,1	67,4	8	99,35	153,6	7,9
σ	13,1	3	1,5	1,5	11,4	6,2	5,5	8,2	2,8	10	12,4	2,8
V, %	40,2	43,6	13,7	39,3	43,6	55,5	38,6	41,5	80,9	37,7	49,9	103,7
Сорта	Витаминная			№ 13-М			№ 26-Мч			№ 28-Иг		
2006	28,3	16,7	2,5	30,2	11	1,7	10,1	11	1,5	10,8	8,1	4
2007	26,3	16,1	2,3	32,2	11,9	1,9	10,4	11,2	1,5	11,4	8,5	4,6
2008	26,7	16,5	2,6	33,2	12,9	1,4	12,4	10,2	1,4	11,4	9,5	4,5
2009	26,7	16	2,8	32,6	12,5	1,6	12,6	10,4	1,4	12,5	9,7	4,6
2010	29,3	23,1	2,5	32,5	12,3	2,1	10,8	11,5	1,8	11,6	8,8	4,4
2011	32,0	25,1	2,5	28,5	12	2,1	10,9	13,5	1,8	12,6	8,6	4,4
Среднее	28,2	18,9	2,5	31,53	12,1	1,8	11,2	11,3	1,56	11,71	8,87	4,41
У ₂ -У ₁	-5,7	-9,1	-0,5	-4,7	-1,9	-0,7	-2,5	-3,3	-0,4	-1,8	-1,6	-0,6
(У ₂ +У ₁)/2	29,2	20,6	2,6	30,9	12	1,8	11,4	11,9	1,5	11,7	8,9	4,3
S _x ²	163,1	82,8	4,2	209,4	22,4	8	12,2	19,8	7,5	10,1	5,2	2,3
S _x	12,8	9,1	2,1	14,5	4,7	2,8	3,5	4,5	2,7	3,2	2,3	1,5
V, %	45,4	48,1	83	46	38,8	155,6	31,3	39,8	173,1	27,3	25,9	34,0

Примечание: l – высота, b – диаметр, c – толщина мякоти, У₂-У₁ – экологическая пластичность, (У₂+У₁)/2 – стрессоустойчивость, S_x² – дисперсия, σ – средняя квадратическое отклонение, V – вариация

Таблица 4 - Биоморфологическая характеристика плодов сортообразцов фиголистной тыквы, см

Показатели	№ 4480		
	l	b	c
2006	23,0	23,0	23,0
2007	19,6	19,6	19,6
2008	22,3	22,3	22,3
2009	25,9	25,9	25,9
2010	26,6	26,6	26,6
2011	29,6	29,6	29,6
Среднее	24,5	24,5	24,5
У ₂ -У ₁	-7,3	-7,3	-7,3
(У ₂ +У ₁)/2	26	26	26
S _x ²	108,3	108,3	108,3
S _x	10,4	10,4	10,4
V, %	42,2	42,2	42,2

Примечание: l – высота, b – диаметр, c – толщина мякоти, У₂-У₁ – экологическая пластичность, (У₂+У₁)/2 – стрессоустойчивость, S_x² – дисперсия, σ – средняя квадратическое отклонение, V – вариация



Фиголистная тыква представлена сортообразцом № 4480 (табл.4), который имеет шарообразную форму. Размах варьирования низкий (-7,3) по высоте и диаметру плодов, стрессоустойчивость высокая. Показатели формы и размера плода стабильны, так как среднеквадратичное отклонение невысокое.

Заключение

На основании проведенных исследований были выделены сорта и сортообразцы, пригодные для механизированного возделывания и уборки, которые обладают стабильностью показателей и стрессоустойчивостью в условиях Московской области.

Наиболее адаптивными и стабильными сортами по признаку форма и размеры плодов являются: из твердокорых тыкв - сорт Мозолевская 49, крупноплодных - сорт Пастила шампань, мускатных тыкв - сортообразец № 28-Иг.

Список источников:

1. Гончаров, А.В. Агроэкологические особенности технологии выращивания и селекции тыквы для Нечерноземной зоны России/ А.В. Гончаров, С.В. Рябинин // В сборнике: Современные проблемы и перспективы агропромышленного комплекса Республики Дагестан. Материалы региональной научной конференции, посвященной Году науки и технологий. Махачкала, 2021. С. 156-162. URL: https://xn--80aaiaac8g.xn--p1ai/images/sborniki_statei/mater_konf_3-03-2021.pdf

2. Децына, А.А. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК/ А.А. Децына, И.В. Илларионова, В.О. Щербенина // Масличные культуры. – 2020. – Вып.3 (183). – с. 31-38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-parametrov-ekologicheskoy-plastichnosti-i-stabilnosti-maslichnyh-sortov-podsolnechnika-selekcii-vniimk>

3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. 412 с. URL: https://www.studmed.ru/view/dospehov-ba-metodika-polevogo-opyta_9733259bddc.html

4. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (Эколого-генетические основы). Кишинев: Штиинца, 1990. – с. 432. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14368721>

5. Жученко, А.А. Эколого-генетические основы адаптивной селекции. Сельскохозяйственная биология, 2000. - №3. – с. 3-29. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24953238>

6. Курылева, А.Г. Пластичность, стабиль-

ность и адаптивность сортов яровой пшеницы в условиях Удмуртской Республики / А.Г. Курылева // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. Т. 1. № 3 (3). С. 28-32. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24898441>

7. Лыкова, Н.А. Адаптивность злаков (Poaceae) в связи с условиями превегетации и вегетации. Сельскохозяйственная биология, 2008. - № 1. – с. 48-54. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10026478>

8. Основы производства продукции растениеводства: учебник для вузов / И.Н. Гаспарян, В.Г. Сычев, А.В. Мельников, С.А. Горохов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 496 с.: вклейка (12 с.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46284704>

9. Пакудин, В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений / В.З. Пакудин – Новосибирск: Наука, 1976. - 189 с.

10. Пивоваров В.Ф., Мещерякова Р.А., Сурихина Т.Н., Разин О.А., Тареева А.А. Мировая экономика и овощеводство России в условиях пандемии COVID-19 (Итоги 2020 года и перспективы восстановления) // Овощи России. 2021. - № 3. - С. 5-14. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46196464>

11. Ториков В.Е. Адаптивность, пластичность, стабильность и хозяйственно - биологическая характеристика новых сортов картофеля: научно-методические рекомендации для студентов аграрных учебных заведений, руководителей и специалистов предприятий АПК / В.Е. Ториков, А.В. Богомаз, О.В. Мельникова, М.А. Богомаз. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013. - 72 с. URL: <https://b-ok.org/book/3243556/4e39eb>

12. Шафигуллин Д.Р., Пивоваров В.Ф., Гинс М.С. Особенности вариаций признаков зрелости у овощных и зерновых форм сои // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 5. С. 18-23. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30773888>

13. Хангильдин В.В. Проблема гомеостаза с генетико-селекционных исследованиях / В.В. Хангильдин, С.В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – 1984. - № 1. – с. 67-76. URL: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Other/2014/eko/SE_2014/pages/Articles/Konstantinova_Kondratenko.pdf

14. <https://reestr.gossortrf.ru> [Электронный ресурс] ФГБУ «Госсорткомиссия» - государственный реестр селекционных достижений.

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Goncharov, A.V. Agroekologicheskie osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya i selekcii tykvy dlya Nечernozemnoj zony Rossii/ A.V. Goncharov, S.V. Ryabinin // V sbornike: Sovremennye problemy i perspektivy agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Dagestan. Materialy regional'noj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj Godu nauki i tekhnologii. Mahachkala, 2021. S. 156-162. URL: https://xn--80aaiaac8g.xn--p1ai/images/sborniki_statei/mater_konf_3-03-2021.pdf

2. Decyna, A.A. Raschet parametrov ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti maslichnyh sortov podsolnechnika selekcii VNIIMK/ A.A. Decyna, I.V. Illarionova, V.O. SHCHHerbenina // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Vyp.3 (183). – s. 31-38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-parametrov-ekologicheskoy-plastichnosti-i-stabilnosti-maslichnyh-sortov-podsolnechnika-selekcii-vniimk>



plastichnosti-i-stabilnosti-maslichnyh-sortov-podsolnechnika-selekcii-vniimk

3. Dospel'kov, B. A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. 412 s. URL: https://www.studmed.ru/view/dospel'kov-ba-metodika-polevogo-opyta_9733259bddc.html
4. ZHuchenko, A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (Ekologo-geneticheskie osnovy). Kishinev: SHTiincea, 1990. – s. 432. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14368721>
5. ZHuchenko, A.A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoj selekcii. Sel'skohozyajstvennaya biologiya, 2000. - №3. – s. 3-29. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24953238>
6. Kuryleva, A.G. Plastichnost', stabil'nost' i adaptivnost' sortov yarovoj pshenicy v usloviyah Udmurtskoj Respubliki / A.G. Kuryleva // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skohozyajstvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki. 2015. T. 1. № 3 (3). S. 28-32. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24898441>
7. Lykova, N.A. Adaptivnost' zlakov (Poáceae) v svyazi s usloviyami prevegetacii i vegetacii. Sel'skohozyajstvennaya biologiya, 2008. - № 1. – s. 48-54. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10026478>
8. Osnovy proizvodstva produkcii rastenievodstva: uchebnyk dlya vuzov / I.N. Gasparyan, V.G. Sychev, A.V. Mel'nikov, S.A. Gorohov. – Sankt-Peterburg: Lan', 2021. – 496 s.: vklejka (12 s.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46284704>
9. Pakudin, V.Z. Parametry ocenki ekologicheskoy plastichnosti sortov i gibridov. Teoriya otbora v populyacijah rastenij / V.Z. Pakudin – Novosibirsk: Nauka, 1976. - 189 s.
10. Pivovarov V.F., Meshcheryakova R.A., Surihina T.N., Razin O.A., Tareeva A.A. Mirovaya ekonomika i ovoshchevodstvo Rossii v usloviyah pandemii COVID-19 (Itogi 2020 goda i perspektivy vosstanovleniya) // Ovoshchi Rossii. 2021. - № 3. - S. 5-14. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46196464>
11. Torikov V.E. Adaptivnost', plastichnost', stabil'nost' i hozyajstvenno - biologicheskaya harakteristika novyh sortov kartofelya: nauchno-metodicheskie rekomendacii dlya studentov agrarnyh uchebnyh zavedenij, rukovoditelej i specialistov predpriyatij APK / V.E. Torikov, A.V. Bogomaz, O.V. Mel'nikova, M.A. Bogomaz. – Bryansk: Izdatel'stvo Bryanskoy GSKHA, 2013. - 72 s URL.: <https://b-ok.org/book/3243556/4e39eb>
12. SHafigullin D.R., Pivovarov V.F., Gins M.S. Osobennosti variacij priznakov skorospelosti u ovoshchnyh i zemnykh form soi // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2017. № 5. S. 18-23. URL.: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30773888>
13. Hangil'din V.V. Problema gomeostaza s genetiko-selekcionnyh issledovaniyah / V.V. Hangil'din, S.V. Biryukov // Genetiko-citologicheskie aspekty v selekcii sel'skohozyajstvennyh rastenij. – 1984. - № 1. – s. 67-76. URL.: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Other/2014/eko/SE_2014/pages/Articles/Konstantinova_Kondratenko.pdf
14. <https://reestr.gossortrf.ru> [Elektronnyj resurs] FGBU «Gossortkomissiya» - gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij.

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Информация об авторах

Гончаров А.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный заочный университет, tikva2008@mail.ru.

Пивоваров В.Ф. – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», pivovarov@vniissok.ru.

Гаспарян И.Н. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева, irina150170@yandex.ru.

Левшин А.Г. - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева, alev200151@rambler.ru.

Information about the authors

Goncharov A.V. - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian Correspondence University, tikva2008@mail.ru.

Pivovarov V.F. - Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the FGBNU "Federal Scientific Center for Vegetable Growing", pivovarov@vniissok.ru.

Gasparyan I.N. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation and High Technologies in Crop Production of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, irina150170@yandex.ru.

Levshin A.G. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation and High Technologies in Crop Production of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, alev200151@rambler.ru.

Статья поступила в редакцию 06.12.2021.; одобрена после рецензирования 03.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022.; approved after reviewing 03.03.2022.; accepted for publication 11.03.2022.