4(48)'2020

ISSN 2077-2084

Вестник

12+

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

№4 (48), 2020

Учредитель – ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

Главный редактор
Н. В. Бышов,
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
Н. А. Кузьмин, 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

С. Н. Борычев, д-р техн. наук, профессор
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**

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 № 1472. Дата выхода в свет 29.12.2020г.

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 издательсва, типографии: г. Рязань, ул. Костычева, д. 1., ауд. 103. Цена издания 185 руб. 50 коп.
Подписной индекс издания в катологе "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
ssued once a quarter
#4 (48), 2020
Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

Editor in Chief
N.V. Byshov,
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, Doctoror of Agricultural Science, Full Professor
V. V. Kalashnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
O. I. Kaliczkaya, 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
N. A. Kuzmin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. I. Lebedev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
Y. A. Mazhayskiy, Doctor of Agricultural Science, Full Professorof
V. P. Maksimenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professorof
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. Shevkhuzhev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,

Technical Science

S. N. Borychev, Doctor of Technical Science, Full Professor
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**

Editorial address: 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1., RM. 103.,
tel: 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Circulation 700. Order No. 1442. Date of publication
Date of publication. 29.12. 2020г.

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 katologue "Press of Russia" 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АКЧУРИН С. В., ДЮЛЬГЕР Г. П., АКЧУРИНА И. В., БЫЧКОВ В. С., ЛАТЫНИНА Е. С. *РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПИСАНИЮ ВЕТЕРИНАРНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ* 5

БЫСТРОВА И. Ю., КИСЕЛЕВА Е. В., ГЕРЦЕВА К. А., ЛОЗОВАНУ М. И. *РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ПОСЛЕРОДОВОЙ ГИПОКАЛЬЦИЕМИИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА* 10

ДУБРОВИНА О. А., ЗУБКОВА Т. В., ВИНОГРАДОВ Д. В. *НАКОПЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КУРИНОГО ПОМЕТА И ЦЕОЛИТА* 17

ЗАХАРОВА О. А. *ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА ГУМИСТАР НА ГОРОХЕ ПОСЕВНОМ* 24

МАЖАЙСКИЙ Ю. А., ПАВЛОВ А. А. *ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА ПЛОДОРОДИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР* 32

НИКОНОВА Е. А., КОСИЛОВ В. И., БЫСТРОВА И. Ю., ПРАВДИНА Е. Н. *УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ ТЕЛОК, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ СКРЕЩИВАНИЯ КРАСНОЙ СТЕПНОЙ И ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОД* 41

ПРОЖЕРИН В. П., СЕЛЬКОВА И. В., КАЛАШНИКОВ А. Е. *ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ПОКОЛЕНИЯМ* 47

РЕПЬЕВА Л. А. *ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА А В МОНОФЛЕРНОЙ ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКЕ* 55

СЕМЕНОВ В. Г., ОБУХОВА А. В., КИРИЛЛОВ Н. К., ТИХОНОВ А. С. *ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ* 61

СЕМЕНОВ В. Г., КОНДРУЧИНА С. Г., МАЙКОТОВ А. Н., ТОЛСТОВА С. Л., ИВАНОВА Т. Н. *СИСТЕМА НАПРАВЛЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО СКОТА* 69

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

БЕЗНОСЮК Р. В., ЕВТЕХОВ Д. В, БОРЫЧЕВ С. Н., КОСТЕНКО М. Ю., РЕМБАЛОВИЧ Г. К. *ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОРОХА В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ* 77

БОРЫЧЕВ С. Н.,УСПЕНСКИЙ И. А., ЮХИН И. А., ЛИМАРЕНКО Н. В. *ЭКОСИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА* 83

БЫШОВ Н. В., ОЛЕЙНИК Д. О., БОГДАНЧИКОВ И. Ю., БАЧУРИН А. Н., ЛИПАТОВ Н. В. *ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН И УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ* 92

ИНШАКОВ А. П., УСПЕНСКИЙ И. А., ТИМОХИН С. В., КУРБАКОВ И. И., КУРБАКОВА М. С. *СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ* 98

РЯЗАНЦЕВ А. И., КОСТЕНКО М. Ю., АНТИПОВ А. О., ЕВСЕЕВ Е.Ю., АНТИПОВ О. В. *ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АППАРАТОВ МАШИНЫ «КУБАНЬ-ЛК1»* 107

СИМДЯНКИН А. А., БЕЛЮ Л. П. *ОЦЕНКА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЯБЛОК В ТАРЕ ПРИ ИХ ПЕРЕВОЗКЕ ПО ДОРОГАМ С РАЗЛИЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ* 113

ФЕДОРОВ С. Е., ЖАЛНИН А. А., ЖАЛНИН Н. А., ПОЛУНКИН А. А. *ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ* 121

ЧЕРВЯКОВ С. В., СТОЛЯРОВ А. В. *ВОССТАНОВЛЕНИЕ КЛАПАНА УПРАВЛЕНИЯ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ* 127

ШИРЯЕВ В. Н., УРЖУМОВА Ю. С., ТАРАСЬЯНЦ С. А., ШИРЯЕВА Н. О. *ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУСТЕРНОГО НАСОСА В КАЧЕСТВЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА ПРИ ГАШЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ* 134

Content

AGRICULTURAL SCIENCE

AKCHURIN S. V., DYULGER G. P.,AKCHURINA I. V., BYCHKOV V. S., *LATYNINA E.S. RECOMMENDATIONS FOR THE DESCRIPTION OF VETERINARY CLINICAL CASES* 5

BYSTROVA I. U. KISELEVA E. V., GERTSEVA K. A., LOZOVANU M. I. *DISTRIBUTION AND RISK FACTORS FOR POSTPARTUM PREGNANCY HYPOCALCEMIA IN CATTLE* 10

DUBROVINA O. A., ZUBKOVA T. V., VINOGRADOV D. V. *THE ACCUMULATION OF MICROELEMENTS IN PLANTS OF SPRING RAPE WITH THE USE OF CHICKEN MANURE, AND ZEOLITE* 17

ZAKHAROVA, O. A. *EFFICIENCY OF PREPARATION HUMISTAR ON PEA* 24

MAZHAYSKY Y. A., PAVLOV A. A. *THE EFFECT OF A HUMIC PREPARATION ON FERTILITY OF FALLOW LAND AND YIELD OF FODDER CROPS* 32

NIKONOVA E. A.,KOSILOV V. I., BYSTROVA I. Y., PRAVDINA E. N. *EFFECT OF ABSORPTION CROSSING ON YOUNG CATTLE CARCASS* 41

PROZERIN V. P., SELKOVA I. V., KALASHNIKOV A. E. *GENETIC VARIABILITY OF SIRE BULLS IN THE ARKHANGELSK POPULATION OF THE KHOLMOGORY BREED WHEN OBSERVED OVER GENERATIONS* 47

REPIEVA L. A. *EFFECT OF TEMPERATURE STORAGE ON THE CONTENT OF VITAMIN A IN MONOFLORAL POLLEN POLLEN* 55

SEMENOV V. G., OBUKHOVA A. V., KIRILLOV N. K., TIKHONOV A. S.APPLICATION OF PROBIOTIC PREPARATIONS IN REALIZATION OF REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE QUALITIES OF PIGS 61

SEMENOV V. G., KONDRUCHINA S. G., MAYKOTOV A. N., TOLSTOVA S. L., IVANOVA T.N. *SYSTEM OF DIRECTED REPRODUCTION OF DAIRY CATTLE* 69

TECHNICAL SCIENCE

EVTEKHOV D. V., BEZNOSYUK R. V., BORYCHEV S. N., KOSTENKO M. Y., REMBALOVICH G. K. *INCREASED EFFICIENCY FOR CLEANING THE HEAVES IN POTATO HARVESTING MACHINES* 77

BORYCHEV S. N., USPENSKIY I. A., YUKHIN I. A.,LIMARENKO N.V. *ECOSYSTEM FOR RECYCLING ORGANIC WASTE OF LIVESTOCK* 83

BYSHOV N. V., OLEYNIK D. O., BOGDANCHIKOV I. Y., BACHURIN A. N., LIPATOV N. V. *APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS AND DIFFERENTIATED DISTRIBUTION OF SEEDS AND FERTILIZERS IN SOWING WINTER WHEAT IN LLC "VANGUARD" RYAZAN DISTRICT OF RYAZAN REGION* 92

INSHAKOV A. P., USPENSKIY I. A., TIMOKHIN S. V., KURBAKOV I. I., KURBAKOVA M. S. *IMPROVEMENT OF METHODS AND MEANS OF TESTING AGRICULTURAL TRACTOR ENGINES* 98

RYAZANTSEV A. I., KOSTENKO M. Y., ANTIPOV A.O.,EVSEEV E. Y., ANTIPOV O.V. *JUSTIFICATION OF PARAMETERS FOR IMPROVING THE FLOW REGULATOR OF SPRINKLERS OF THE KUBAN – LK1 MACHINE»* 107

SIMDIANKIN A. A., BELYU L. P. *ASSESSMENT OF APPLES' DAMAGE IN CONTAINERS WHEN TRANSPORTING THEM ON ROADS WITH DIFFERENT SURFACES* 113

FEDOROV S. E., ZHALNIN A. A., ZHALNIN N. A., POLUNKIN A. A. *IMPROVING THE QUALITY OF SURFACE TILLAGE* 121

CHERVYAKOV S. V., STOLYAROV A. V. *STEERING CONTROL VALVE RESTORECAR KAMAZ* 127

SHIRYAEV V. N., URZHUMOVA Y. S., TARASYANTS S. A., SHIRYAEVA N. O. *USING A BOOSTER PUMP AS AN ADDITIONAL PUMP UNIT FOR EXTINGUISHING HYDRAULIC SHOCK IN PRESSURE PIPES* 134

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 619:616-084

10.36508/RSATU.2020.48.4.001

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПИСАНИЮ ВЕТЕРИНАРНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

АКЧУРИН Сергей Владимирович, *канд. вет. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, sakchurin@rgau-msha.ru*

ДЮЛЬГЕР Георгий Петрович, *д-р вет. наук, зав. кафедрой ветеринарной медицины, dulger@rgau-msha.ru*

АКЧУРИНА Ирина Владимировна, *канд. вет. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, sakchurin@rgau-msha.ru*

БЫЧКОВ Владислав Сергеевич, *канд. вет. наук, преподаватель кафедры ветеринарной медицины, buchkov@rgau-msha.ru*

ЛАТЫНИНА Евгения Сергеевна, *преподаватель кафедры ветеринарной медицины, evgenialatynina@rgau-msha.ru*

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Проблема и цель. *Проблемой в системе высшего ветеринарного образования является дефицит ветеринарных клинических кейсов на русском языке, находящихся в свободном доступе, что оказывает негативное влияние на процесс непрерывного повышения качества подготовки студентов ветеринарных специальностей и повышения квалификации практикующих врачей. Библиометрический анализ публикаций, проведенный по материалам библиотеки eLIBRARY, позволил установить, что доля работ, посвященных использованию кейсов в ветеринарии, в общем количестве публикаций на тему кейсов составляет всего 0,04 %. Целью настоящего исследования является создание рекомендаций по разработке ветеринарных клинических кейсов.*

Методология. *На основании результатов анализа отечественной и зарубежной литературы, в первую очередь, ветеринарного и медицинского профилей, личной практики авторов ими разработаны и представлены рекомендации по составлению ветеринарных клинических кейсов.*

Результаты. *В результате проведенных исследований предложена структура ветеринарного клинического кейса, который включает в себя 12 разделов (заголовок, контактная информация, ключевые слова, аннотация, введение, кейс, обсуждение кейса, благодарности, ссылки, приложение, разрешения, конфликт интересов) и содержит рекомендации по написанию каждого из разделов. Разработанные рекомендации предлагают практикующим ветеринарным врачам, исследователям, преподавателям и студентам готовую структуру для написания и публикации кейсов, что будет способствовать увеличению числа публикуемых случаев из практики.*

Заключение. *Большое количество и доступность качественных и актуальных кейсов в области ветеринарии, безусловно, будет способствовать повышению квалификации ветеринарных кадров, а, следовательно, и росту качества оказания ветеринарных услуг населению.*

Ключевые слова: *кейс, кейс-метод, структура кейса, ветеринарная медицина, образование.*

Введение

Повышение качества подготовки ветеринарных кадров напрямую связано с применением интерактивных методов обучения, одним из которых является кейс-метод. Он был предложен в 1924 году Гарвардской школой бизнеса для обучения менеджеров [4]. В настоящее время именно Гарвардская школа бизнеса является лидером по разработке и использованию кейсов в образовательных программах. И хотя кейс-метод получил широкое распространение благодаря его популяризации Гарвардской школой бизнеса, образовательная технология, основанная на рассмотрении конкретных случаев, берет свое начало с древнегреческого метода рационального познания, который ввел практику наблюдения и рассуждения о болезни. Первая известная школа древнегреческой медицины была открыта в Книде в 700 году до н. э., и именно в этой школе была впервые применена практика наблюдения за пациентами [6].

В российском опыте преподавания данный метод используется с 90-х годов. При этом большее внимание уделяется решению кейсов, чем их написанию и публикации [4].

В кейс-методе используются следующие понятия и определения [4].

Кейс (от англ. case – случай) представляет собой подробное описание реальных событий, ко-

© Акчурин С. В., Дюльгер Г. П., Акчурина И. В., Бычков В. С., Латынина Е. С., 2020 г.

торые происходили в прошлом, и конкретной ситуации, сложившейся в определенных условиях. Важно подчеркнуть, что кейсы дают представление не просто об отдельном, пусть и интересном, случае, а о процессе принятия решений. Это способствует переосмыслению врачами и студентами собственных подходов и практик.

Кейс-метод (от англ. case method, case study – метод кейсов, кейс-стади, метод конкретных ситуаций, метод ситуационного анализа) – это метод проведения детального анализа одной конкретной ситуации, который используется для достижения определенных целей (обучения, исследования).

Для ветеринарной медицины кейсы клинических случаев являются бесценным материалом и имеют конкретные цели:

- предоставить опытным врачам в доступной форме информацию о случаях из практики, в том числе с применением новых методов диагностики и терапии;
- улучшить качество подготовки кадров и помочь студентам сформировать профессиональные компетенции;
- повысить качество оказываемых ветеринарных услуг.

Повышение качества подготовки кадров с помощью кейс-метода может быть обеспечено за счет:

- демонстрации студентам всего многообразия клинических ситуаций. В ранее упомянутой Гарвардской школе бизнеса за два года студенты изучают более 500 кейсов [7];
- усиления практического аспекта подготовки будущих ветеринарных врачей. Кейс-метод может быть эффективно применен для преподавания всех профессиональных дисциплин;
- оптимизации традиционных средств, методов и форм обучения;
- возможности качественной визуализации методов и результатов диагностики и терапии;
- совершенствования методов контроля не только знаний, но и умений;
- возможности более широкого применения веб-технологий обучения, способствующих повышению эффективности преподавания и обучения;
- формирования у студентов метакомпетентности за счет развития и совершенствования следующих умений и навыков:

- коммуникации;
- слушания других, аргументации и контраргументации;
- представления информации;
- рационального поведения в условиях неполной информации при решении комплексных задач;
- эффективного взаимодействия с партнерами и принятия коллективных решений;
- оценки деятельности персонала;
- самооценки и на ее основе самокоррекции индивидуального стиля общения и поведения;
- формирования партнерских отношений и приобретения навыков сотрудничества;
- самостоятельного поиска знаний для решения ситуационной проблемы, усвоения алгоритма управленческих решений [5].;

- повышения уверенности в себе и в своих силах;
- повышения мотивации к обучению.

Вместе с тем вопросу создания российских кейсов в области ветеринарии в настоящее время уделяется недостаточно внимания в отличие от других сфер.

Данный факт подтверждается результатами библиометрического анализа [1], проведенного по материалам библиотеки eLIBRARY, являющейся крупной информационной площадкой (29 млн научных статей и публикаций). Авторами в библиотеке eLIBRARY была заполнена поисковая форма: Что искать – Кейс; Где искать – в названии публикации; в аннотации; в ключевых словах; Тип публикации – статьи в журналах; книги; материалы конференций; Параметры – искать с учетом морфологии; Поступившие – за все время. Остальные поля не заполнялись.

Исходя из введенного запроса, системой было представлено 12210 публикаций.

При повторении поискового запроса с добавлением в разделе «Тематический рубрикатор» названия рубрики «Ветеринария» системой было представлено 22 публикации, из них:

- 1 публикация содержала в аннотации слово «Кейс» в понятии «небольшой чемодан, плоская прямоугольная ёмкость с ручкой для переноски и хранения предметов»;
- 5 публикаций были посвящены использованию кейс-метода при подготовке ветеринарных врачей;
- 0 публикаций предлагали структуру кейса для использования при описании ветеринарных клинических случаев.

Таким образом, доля работ, посвященных использованию кейсов в ветеринарии, в общем количестве публикаций на тему кейсов в библиотеке eLIBRARY составляет всего 0,04 %. При этом отсутствуют публикации, содержащие рекомендации по разработке кейсов по ветеринарной клинической практике.

Очевидно, что для увеличения количества кейсов необходимо активнее задействовать потенциал практикующих ветеринарных врачей, исследователей, преподавателей клинических дисциплин, студентов.

Именно поэтому целью настоящей работы являлась разработка рекомендаций по составлению ветеринарных клинических кейсов.

Основная часть

На основании анализа литературы, посвященной вопросу разработки кейсов [1-5, 7, 9, 10], и с учетом особенностей ветеринарной практики было разработано руководство по составлению кейсов ветеринарных клинических случаев.

Общие рекомендации по разработке кейсов:

1. В качестве кейса может быть описан интересный случай из практики, в том числе:

- неизвестное ранее или редко встречающееся заболевание, его необычное проявление и течение;
- новые симптомы заболевания;

- новые варианты диагностики, лечения и профилактики заболеваний;
- необычное действие/бездействие лекарственных средств, в том числе побочные эффекты;
- неблагоприятное взаимодействие лекарственных средств;
- неординарное клиническое событие, наблюдаемое при диагностике или терапии пациента;
- клиническое открытие, проливающее свет на возможный патогенез болезни или формирование побочного явления;
- неожиданное осложнение болезней;
- находки при патологоанатомическом вскрытии животного;
- и другие.

2. При написании кейса необходимо придерживаться фактов. Важно показывать как положительные, так и отрицательные примеры. Ценность кейса в честном описании клинических событий.

3. Для описания кейса целесообразно использовать простой, доходчивый язык (желательно, при необходимости, приводить выражения и аргументацию персонала и клиентов), выразительно демонстрировать «сердцевину» проблемы.

4. Кейс должен содержать необходимое и достаточное количество информации, в том числе результаты анализов, терапевтических процедур и др.

5. Кейс ветеринарных клинических случаев – это, прежде всего, описание процесса принятия решения о лечении пациента и его результатах.

Рекомендации по структуре и содержанию разделов кейса представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Структура написания кейса ветеринарных клинических случаев

Наименование раздела/ подраздела	Рекомендации по разделу
1. Заголовок	Заголовок должен четко описывать случай. Это важно для облегчения поиска статьи в Интернете. Изучите стиль формулировок заголовка статей в своей области исследований. Учитывайте, что первая часть заголовка должна привлекать внимание аудитории, читателей, а вторая часть должна придать определенный фокус, отразить специфику исследования. Заголовок может содержать фразы: «описание клинического случая», «исследование клинических случаев», «серии случаев» и др. Не рекомендуется использовать в заголовке даты, аббревиатуры и сокращения. Оптимальное количество слов в заголовке – 8-9 слов
2. Контактная информация	Представьте информацию об авторах: Фамилия И.О., должность, квалификация, e-mail. Важно, чтобы соответствующее признание могли получить все авторы. Поэтому при описании клинического случая желательно указать на интеллектуальный вклад каждого автора в публикацию данного клинического случая. Например, «А. был лечащим врачом. Б. провел хирургическую операцию. В. взял биопсию и определил характер патологического состояния тканей». Лиц, которые оказали содействие в подготовке и публикации материалов кейса, но не являются его авторами, можно упомянуть в разделе 8.
3. Ключевые слова	Укажите ключевые слова, по которым может быть найдена статья с помощью поисковых систем. Для повышения шансов найти статью читателями не дублируйте в ключевых словах те слова, которые уже использовали в заголовке
4. Аннотация	Представьте в аннотации краткую версию всей статьи
5. Введение	Приведите сведения о том, почему информация в статье может быть полезна для ветеринарной медицины. Полезно начать с указания исторического или социального контекста. Если подобные случаи были известны ранее, опишите их. Каждый раз, ссылаясь на предыдущее исследование, приведите ссылку (обычно в конце предложения)
6. Кейс	
6.1. Сведения о пациенте	Укажите вид, породу, возраст, пол животного, сведения о вакцинации, стерилизации и другие при необходимости.
6.2. Жалоба	Укажите главную жалобу, при этом важно и полезно использовать собственные слова владельцев животных.

Продолжение таблицы 1

6.3. История болезни	Приведите сведения об условиях питания, перенесенных заболеваниях, проведенном лечении и др.
6.4. Результаты клинического обследования и поставленный диагноз	Приведите сведения о результатах осмотра, проведении диагностических процедур. Укажите поставленный диагноз. Рекомендуется описать алгоритм дифференциально-диагностического поиска и процесса формирования диагноза, диагностические проблемы и их обсуждение, включая дифференциальный диагноз.
6.5. Управление лечением и его результат	В этом разделе необходимо четко описать план лечения, а также сведения о фактическом лечении и его результатах. Читателю важно знать, как долго лечение находилось под контролем врача, и сколько раз пациент проходил лечение. Кроме того, необходимо быть максимально конкретными в описании лечения, в том числе, желательно указать применяемые техники. В описание процедуры лечения можно включить мнения владельцев животных о состоянии питомцев.
7. Обсуждение кейса	Обобщите предыдущие разделы. Здесь можно ознакомить читателей с имеющейся литературой по схожим случаям, представить и сопоставить мнения. На всю литературу должны быть ссылки и сноски. Полезно включить в этот раздел сведения о том, как и почему было завершено лечение.
8. Благодарности	Если кто-то оказал помощь в подготовке кейса, можно кратко поблагодарить, но нет необходимости благодарить владельцев животных
9. Ссылки	Ссылки должны быть указаны в соответствии с требованиями издательства для авторов. Используйте только те ссылки, которые фактически использовались для написания кейса. Не используйте более 15 ссылок без четкого обоснования. Избегайте использования учебников в качестве ссылок, поскольку предполагается, что большинство читателей уже имеют эту информацию.
10. Приложение	Таблицы, рисунки и фотографии должны быть указаны в конце рукописи.
11. Разрешения	Если какие-либо таблицы, рисунки или фотографии были заимствованы из других публикаций, необходимо приложить письмо-разрешение от издателя. Кроме того, если были использованы какие-либо фотографии, которые могут идентифицировать владельца животного, необходимо приложить его письменное разрешение.
12. Конфликт интересов (рекомендуемый раздел)	В данном разделе необходимо сообщить о наличии конфликта интересов при написании клинического случая. О конфликте интересов следует говорить в тех случаях, когда публикация или интерпретация кейса может повлиять на финансовые или личные отношения автора(ов) с другими людьми или организациями. В этом разделе указывается информация о том, что работа поддержана или выполнена по гранту (при наличии). При отсутствии конфликта интересов необходимо указать следующее: «Автор(ы) заявляют об отсутствии конфликта интересов»

Заключение

В настоящее время ветеринарные клинические случаи не получили широкого распространения в виде публикаций в научных журналах и в практике их применения при реализации учебного процесса в ветеринарных вузах. Об этом косвенно свидетельствуют результаты библиометрического анализа, проведенного по материалам библиотеки eLIBRARY.

При этом следует отметить высокую потребность в них у ветеринарных специалистов и студентов, так как данный вид информации удобен для понимания, и может быть подготовлен в более короткие сроки в отличие от научных статей, требующих наличия доказательной базы.

Разработанные рекомендации по составлению кейсов ветеринарных клинических случаев предлагают практикующим ветеринарным врачам, исследователям, преподавателям и студентам готовую структуру для написания и публикации кейсов, что будет способствовать увеличению числа публикуемых случаев из практики.

При этом большое количество и доступность качественных и актуальных кейсов в области ветеринарии, безусловно, будет способствовать повышению квалификации ветеринарных кадров, а, следовательно, и росту качества оказания ветеринарных услуг населению.

Список литературы

1. Библиометрический анализ как способ вхож-

дения в проблему исследования / Л.А. Даринская, А.С. Гуслина // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2010. – В.3. – С. 71-79. с. 71. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15519105

2. Кейс-метод: история разработки и использования метода в образовании / С.Ю. Грузкова, А.Р. Камалеева // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2013. – №6. – С. 24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20210867

3. Методические рекомендации по формированию медицинских кейсов / Р.М. Гаранина, А.А. Гаранин // Учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 310501 – «Лечебное дело», 310502 – «Педиатрия», 320501 – «Медико-профилактическое дело», 310503 – «Стоматология», 330501 – «Фармация» / Самара. – 2015. – 61 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23537415

4. Разработка и применение учебных кейсов: практическое руководство / Н. Д. Стрекалова, В. Г. Беляков; Санкт-Петербургский фил. Нац. исслед. ун-та «Высш. шк. Экономики», Фак. менеджмента. - Санкт-Петербург : НИУ ВШЭ, 2013. – 77 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007555115

5. Технология «кейс-стади» в компетентностно-ориентированном образовании: учебно-методическое пособие / А.В. Кирьякова, И.Д. Белоновская, Д.С. Каргапольцева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2011. – 105 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26271216

6. Annas J. Classical Greek Philosophy. In Boardman, John; Griffin, Jasper; Murray, Oswyn (ed.) The Oxford History of the Classical World. Oxford University Press: New York, 1986.

7. Budgell B. Guidelines to the writing of case studies / J Can Chiropr Assoc. – 2008. – № 52(4). P. 199–204 URL:. https: / /www.researchgate. net/ publication /23642058_ Guidelines_ to_the_ writing_ of _case_ studies

8. Jack A. Why Harvard's case studies are under fire? / Financial Times. – 2018. Available at: https://www.ft.com/content/0b1aeb22-d765-11e8-a854-33d6f82e62f8 (accessed 07 October 2020).

9. Scanlan N. Complementary Medicine for Veterinary Technicians and Nurses. 2013. – P. 297-305. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118788950.app8

10. Solomon, J. Case Studies: why are they important? Nat Rev Cardiol. – 2006. № 3. – P. 579. DOI: https://doi.org/10.1038/ncpcardio0704

RECOMMENDATIONS FOR THE DESCRIPTION OF VETERINARY CLINICAL CASES

Akchurin Sergey V., *Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the chair of Veterinary medicine,*

Dyulger Georgy P., *Doctor of Veterinarian Sciences, Head the chair of Veterinary Medicine, dulger@rgau-msha.ru*

Akchurina Irina V., *Candidate of Veterinarian Sciences, Associate Professor of the chair of Veterinary Medicine*

Bychkov Vladislav S., *Candidate of Veterinarian Sciences, Associate Professor of the chair of Veterinary Medicine, Teacher of the chair of Veterinary Medicine*

Latynina Evgeniya S., *Teacher of the chair of Veterinary Medicine, evgenialatynina@rgau-msha.ru*

RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev

Problem and purpose. *A problem in the system of higher veterinary education is the lack of freely available veterinary clinical cases in Russian, which has a negative impact on the process of continuous improvement of the quality of training veterinary students and advanced training of practicing doctors. The bibliometric analysis of publications based on eLIBRARY made it possible to establish that the share of works devoted to the use of cases in veterinary medicine in the total number of publications on cases is only 0.04 %. The purpose of this study is to create recommendations for the development of veterinary clinical cases.*

Methodology. *Based on the results of the analysis of domestic and foreign literature of primarily veterinary and medical profiles, and personal practice of the authors, recommendations were developed to prepare veterinary clinical cases.*

Results. *As a result of the research, the structure of the veterinary clinical case is proposed, which includes 12 sections (title, contact information, key words, abstract, introduction, case, case discussion, acknowledgments, links, appendix, permissions, conflict of interest) and contains recommendations for writing each of the sections. The developed guidelines offer practicing veterinarians, researchers, teachers and students a ready-made structure for writing and publishing cases, which will contribute to an increase in the number of published cases from practice.*

Conclusion. *At the same time, a large number and availability of high-quality and relevant cases in the field of veterinary medicine will undoubtedly contribute to an increase in the qualifications of veterinary personnel, and, consequently, the quality of veterinary services to the population.*

Key words: *case, case method, case structure, veterinary medicine, education*

Literatura

1. Bibliometricheskij analiz kak sposob vhozhdeniya v problemu issledovaniya / L.A. Darinskaya, A.S. Guslina // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. – 2010. – V.3. – S. 71-79. s. 71. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15519105

2. Kejs-metod: istoriya razrabotki i ispol'zovaniya metoda v obrazovanii / S.YU. Gruzkova, A.R. Kamaleeva

// Sovremennye issledovaniya social'nyh problem (elektronnyj nauchnyj zhurnal). – 2013. – №6. – S. 24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20210867

3. Metodicheskie rekomendacii po formirovaniyu medicinskih kejsov / R.M. Garanina, A.A. Garanin // Uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchayushchihsya po special'nostyam 310501 – «Lechebnoe delo», 310502 – «Pediatriya», 320501 – «Mediko-profilakticheskoe delo», 310503 – «Stomatologiya», 330501 – «Farmaciya» / Samara. – 2015. – 61 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23537415

4. Razrabotka i primenenie uchebnyh kejsov: prakticheskoe rukovodstvo / N. D. Strekalova, V. G. Belyakov; Sankt-Peterburgskij fil. Nac. issled. un-ta «Vyssh. shk. Ekonomiki», Fak. menedzhmenta. - Sankt-Peterburg : NIU VSHE, 2013. – 77 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007555115

5. Tekhnologiya «kejs-stadi» v kompetentnostno-orientirovannom obrazovanii: uchebno-metodicheskoe posobie / A.V. Kir'yakova, I.D. Belonovskaya, D.S. Kargapol'ceva; Orenburgskij gos. un-t. – Orenburg : OGU, 2011. – 105 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26271216

6. Annas J. Classical Greek Philosophy. In Boardman, John; Griffin, Jasper; Murray, Oswyn (ed.) The Oxford History of the Classical World. Oxford University Press: New York, 1986.

7. Budgell B. Guidelines to the writing of case studies / J Can Chiropr Assoc. – 2008. – № 52(4). R. 199–204 URL:. https: / /www.researchgate. net/publication /23642058_ Guidelines_ to_the_ writing_of _case_ studies

8. Jack A. Why Harvard's case studies are under fire? / Financial Times. – 2018. Available at: https://www.ft.com/content/0b1aeb22-d765-11e8-a854-33d6f82e62f8 (accessed 07 October 2020).

9. Scanlan N. Complementary Medicine for Veterinary Technicians and Nurses. 2013. – R. 297-305. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118788950.app8

10. Solomon, J. Case Studies: why are they important? Nat Rev Cardiol. – 2006. № 3. – R. 579. DOI: https://doi.org/10.1038/ncpcardio0704

УДК 619:618.7-009.11 ***10.36508/RSATU.2020.48.4.002***

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ПОСЛЕРОДОВОЙ ГИПОКАЛЬЦИЕМИИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

БЫСТРОВА Ирина Юрьевна, *д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой зоотехнии и биологии, ibystrova66@mail.ru*

КИСЕЛЕВА Елена Владимировна, *канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, super.juliakiseleva2013@yandex.ru*

ГЕРЦЕВА Ксения Аркадьевна, *канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, okavet@ya.ru*

ЛОЗОВАНУ Михаил Иванович, *аспирант, ветеринарный врач ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области, lozovanu95@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью исследований стало изучение распространения послеродовой гипокальциемии и установление факторов, способствующих ее развитию у крупного рогатого скота.*

Методология. *Объектами исследований являлись коровы голштино-фризской породы. В ходе исследований была проведена диспансеризация поголовья, проанализирована зоотехническая и ветеринарная документация в период 2017-2019 гг. с целью установления распространения послеродовой гипокальциемии. Диагноз «послеродовая гипокальциемия» устанавливали по клиническим признакам, а также на основании результатов биохимического анализа крови коров. Исследования сыворотки крови были проведены в условиях ГБУ РО «Рязанская облветлаборатория», а также в научном центре лабораторных исследований ФГБОУ ВО РГАТУ. Для установления факторов риска развития послеродовой гипокальциемии был проведен анализ соблюдения технологии эксплуатации животных, изучены гигиенические параметры содержания коров, кормовая база животных.*

Результаты. *Установлено, что в 2019 году распространение послеродовой гипокальциемии у крупного рогатого скота в новотельный период составило 95,2 % от всего поголовья новотельных коров. Наиболее подвержены послеродовой гипокальциемии коровы 3-й и 4-й лактации в зимние периоды года с декабря по февраль. Выявлено, что в 2019 году 45,6 % новотельных животных нуждались в медикаментозной коррекции гипокальциемии с помощью парентерального введения препаратов*

© Быстрова И. Ю., Киселева Е. В., Герцева К. А., Лозовану М. И., 2020 г.

кальция. Выявлено, что 75,5 % коров от всех переболевших послеродовой гипокальциемией в последующем имели вторичные осложнения: послеродовой эндометрит, задержание последа, болезни конечностей с симптомом хромоты, смещение сычуга. Основными факторам риска развития послеродовой гипокальциемии у новотельных коров явились генетическая предрасположенность, несбалансированность рациона по сырому жиру, сахару, а также макро- и микроэлементному составу. ***Заключение.*** *Распространение послеродовой гипокальциемии у крупного рогатого скота в новотельный период составило 95,2 % от всего поголовья новотельных коров. Основными факторами риска развития послеродовой гипокальциемии у новотельных коров явились генетическая предрасположенность, несбалансированность рациона по сырому жиру, сахару, а также макро- и микроэлементному составу.*

Ключевые слова: *крупный рогатый скот, послеродовая гипокальциемия, факторы риска, кормление, молочное животноводство.*

Введение

Современная технология производства молока предусматривает внедрение в производство инновационных научно обоснованных систем ведения производства [1, 6, 9, 15, 16]. Однако многочисленные стресс-факторы на производстве способствуют нарушению нормальных процессов метаболизма у животных и развитию болезней обмена веществ [2, 5, 8]. Состояние обмена веществ у животных необходимо строго контролировать среди физиологических групп-риска животных при проведении диспансеризации [3, 7, 18]. Важный аспект в работе зоотехнической и ветеринарной службы – установить не только патологические изменения в организме животных, но и выявить основные причины, приводящие к развитию болезни и последующей выбраковке продуктивных животных. [4, 10]. В последнее время является актуальным вопрос о высоком уровне выбраковки лактирующих коров, имеющих дегенеративные изменения во внутренних органах, причиной которых послужило нарушение фосфорно-кальциевого обмена [11, 14]. Наиболее подвержены нарушению минерального обмена молодняк крупного рогатого скота, высокопродуктивные и новотельные коровы [12, 17]. Одной из важнейших задач в системе профилактических мероприятий по предупреждению нарушений фосфорно-кальциевого обмена служит изучение факторов риска развития послеродовой гипокальциемии в условиях ведения интенсивного молочного животноводства [13, 15]. Цель исследований – изучение распространения и факторов риска, способствующих развитию послеродовой гипокальциемии у крупного рогатого скота в условиях интенсивного ведения молочного животноводства.

Материалы и методы исследований

Научно-исследовательская работа была проведена в производственных условиях животноводческого комплекса ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области. Общее поголовье на изучаемом комплексе на момент исследования составляло 798 голов дойных, 305 голов сухостойных коров. Объектом исследований являлись коровы голштино-фризской породы (страна импортер Венгрия). В ходе исследований была проведена диспансеризация поголовья, проанализирована зоотехническая и ветеринарная документация в период с 2017 по 2019 гг. с целью установления распространения послеродовой гипокальциемии у новотельных коров. Диагноз «послеродовая гипокальциемия» у новотельных коров устанавливали по клиническим признакам, а также на основании результатов биохимического анализа крови коров. Исследования сыворотки крови были проведены в условиях ГБУ РО «Рязанская облветлаборатория», а также в научном центре лабораторных исследований ФГБОУ ВО РГАТУ. Для установления факторов риска развития послеродовой гипокальциемии был проведен анализ соблюдения технологии эксплуатации животных, изучены гигиенические параметры содержания коров, кормовая база животных. Анализ рациона был проведен согласно нормам Калашникова А. П. [3].

Результаты исследований

На основании анализа данных клинических исследований и биохимического скрининга крови у новотельных коров установлено, что в 2019 году частота встречаемости послеродовой гипокальциемии в изучаемом хозяйстве составила 95,2 %, при этом средний показатель кальция по группе новотельных коров был снижен относительно нижних границ референсных значений на 11,2 % и составил 2,32±0,18 ммоль/л. Кроме этого, у 85,1 % поголовья новотельных коров наблюдалась гиперфосфатемия – превышение допустимых значений фосфора на 24,2 %. Выявлено, что в 2019 году 45,6 % новотельных животных сразу после отела нуждались в медикаментозной коррекции гипокальциемии с помощью парентерального введения препаратов кальция. Широкое распространение послеродовой гипокальциемии послужило поводом для дальнейших исследований по распространению болезней, развивающихся на фоне снижения кальция и поиска факторов, способствующих падению уровня кальция в крови коров в новотельный период. Согласно проведенным статистическим исследованиям установлено, что терапевтические, хирургические и акушерско-гинекологические болезни крупного рогатого скота в изучаемом хозяйстве 2019 году составили 34,8 % от общего поголовья животных и имелась тенденция к их снижению по сравнению с 2017 годом. Доля акушерско-гинекологических патологий на протяжении последних трех лет составляла в среднем 79,3 % от всех случаев незаразных болезней. Как видно из рисунка 1, в 2019 году отмечается снижение количества случаев клинического мастита, родильного пареза, при этом частота встречаемости послеродового эндометрита и задержания последа остается стабильной – 41,7 % и 10,65 % соответственно от общего числа незаразной патологии.

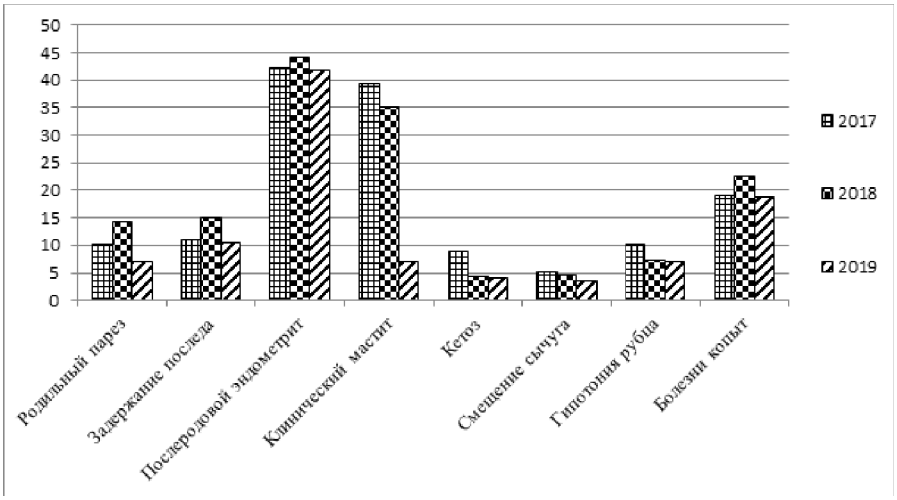


Рис. 1 – Распространение незаразных болезней в послеродовой период у коров

Изучая сезонность заболеваний, возникающих вследствие развития послеродовой гипокальциемии, можно отметить, что был зафиксирован достоверный рост частоты встречаемости послеродового эндометрита, задержания последа в зимний период с декабря по февраль (рис. 2). Наибольшая частота встречаемости родильного пареза в 2019 г была зарегистрирована в феврале и составила 14,2 %, однако, начиная с июня и по ноябрь случаи родильного пареза не были зафиксированы.

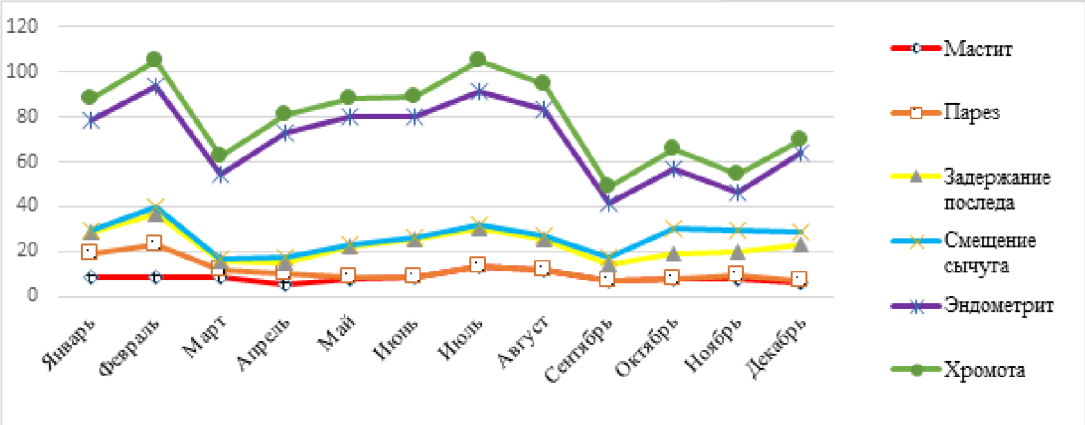


Рис. 2 – Распространение незаразной патологи у коров в 2019 г, %

Также было установлено, что частота встречаемости послеродовой гипокальциемии у новотельных коров не зависела от живой массы животных, хотя различия в живом весе коров были значительны – от 650 кг до 920 кг. Установлено, что наиболее часто послеродовая гипокальциемия была зафиксирована после третьей лактации, наименьшая у первотелок (рис. 3).

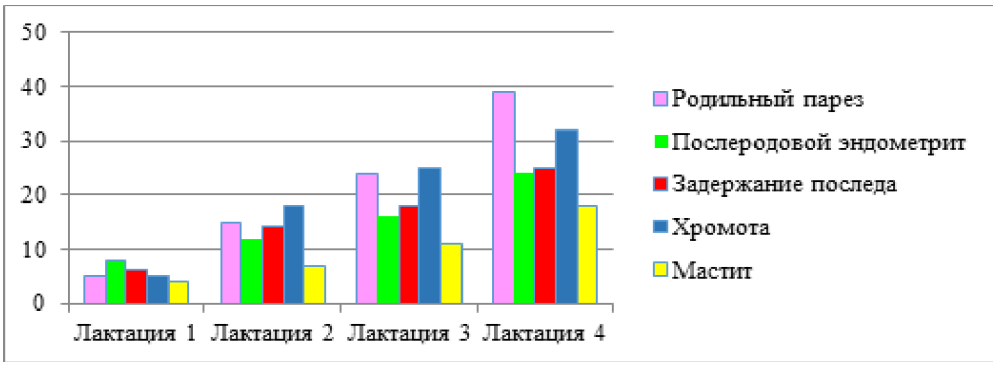


Рис. 3 – Распространение незаразных патологий новотельных коров в зависимости от количества лактаций, %

Выявлено, что частота встречаемости послеродовой гипокальциемии не имела достоверных различий в зависимости от продуктивности животных (рис.4), а также от продолжительности стельности.

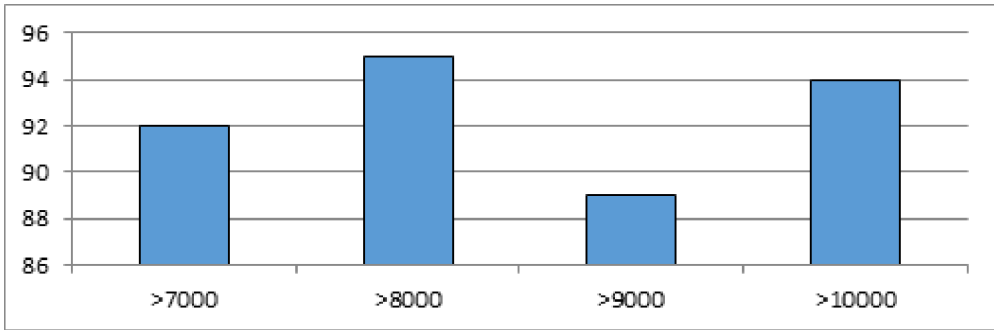


Рис. 4 – Частота встречаемости послеродовой гипокальциемии в зависимости от продуктивности, %

Таким образом, выявлено, что более подвержены послеродовой гипокальциемии коровы 3 и 4-й лактации в зимние периоды года с декабря по февраль. Стоит отметить, что 75,2 % коров от всех переболевших послеродовой гипокальциемией в последующем имели вторичные осложнения, такие как послеродовой эндометрит, ламинит, смещение сычуга. Этот факт говорит о необходимости проведения своевременного комплекса профилактических мероприятий по предупреждению послеродовой гипокальциемии в целях снижения сочетанных хронических патологий у высокопродуктивного молочного скота. В дальнейшем были проанализированы основные причины развития послеродовой гипокальциемии у коров. Предварительно, на основании литературных данных [10], отмечено, что коровы голштино-фризской породы имеют высокую породную генетическую предрасположенность к развитию гипокальциемии из-за наследуемой меньшей усвояемости витамина D. Кроме этого, ученые утверждают [7], что индивидуальная наследуемость данной болезни также сравнительно высокая (от матери к дочерям вероятность достигает 64 %). На основании этого можно предположить, что у животных в данном хозяйстве имеется определенная доля генетической предрасположенности к этому заболеванию. Изучая условия содержания животных, установлено, что система содержания скота круглогодично стойловая, способ содержания беспривязный, что позволяет в несколько раз снизить уровень технологического стресса. В ООО «Авангард» параметры микроклимата в помещениях регулируются с помощью контроллера управления *«Delaval BSC»*. Это интегрированная система централизованного контроля и управления технологическим оборудованием в животноводческих помещениях. Доение коров трехкратное и осуществляется на установки *«Карусель«Gea»»* на 72 места с соблюдением всех параметров доения, а также с проведением преддоильной и постдоильной обработок. Фронт кормления и фронт поения животных соответствовал предъявляемым нормам (рис. 5). Все поилки были в исправленном состоянии и полностью обеспечивали потребности высокопродуктивного поголовья в водопое. Раздача кормов на кормовой стол происходит при помощи миксера-кормораздатчика, который в процессе раздачи кормов их перемешивает. Раздача корма происходила два раза в сутки: в 07.00 и 17.00 часов. Фронт кормления и фронт поения животных соответствовал предъявляемым нормам (рисунок 5).

Рис. 5 – Кормовой стол группы новотельных коров

Рацион группы новотельных коров был представлен следующими кормами: сено разнотравное (злаково-бобовое), барда (сухая ячменная), жмых рапсовый (реже подсолнечный), силос кукурузный, сенаж многолетних трав, солома овсяная, патока, комбикорм сложного состава (ячмень, пшеница, горох, лен, мясо-костная мука, зерно кукурузы, соевый шрот), а также такие кормовые добавки как Актифат (защищенный жир), Каустарт, Кауфит экстра, мел кормовой, сода пищевая. После проведения анализа кормовой базы была установлена несбалансированность рациона по некоторым показателям.Так, содержание сырого жира превышало допустимые значения в 1,86 раза, а содержание сахара было снижено в 3,1 раза. Кроме этого, сахаро-протеиновое отношение составило 1:3 вместо допустимого 1:1 - 0,8:1. При изучении минерального состава рациона отмечено наличие дефицита фосфора в кормлении (ниже на 39,0 %), при избытке кальция на 14,6 %. Изучая параллельно биохимические показатели крови, установили, что содержание кальция было снижено на 11,2 %, а содержание фосфора повышено на 24,2 %. На основании литературных данных [5] мы считаем, что низкий показатель кальция в крови преимущественно говорит о гор-

мональных нарушениях его мобилизации в организме сразу после отела в новотельный период. Повышение фосфора свидетельствует о преобладании катаболических процессов в организме коров и необходимости проведения дополнительных исследований на наличие гипопаратиреоза и гиповитаминоза Д. Анализ рациона показал, что вносимые дополнительно кормовые добавки позволили стабилизировать макро- и микроэлементный состав рациона по таким показателям как магний, калий, медь, цинк, кобальт, йод, витаминам А, Д и Е. Однако при биохимическом исследовании крови новотельных коров установлена гипоальбуминемия у 100 % на фоне нормопротеинемии. Этот факт может свидетельствовать о нарушении белоксинтезирующей функции печени, которая часто развивается на фоне недостатка микроэлементов. Поэтому для более полноценной картины есть необходимость проведения балансового опыта по усвояемости макро и микроэлементов в рационе новотельных коров. Запуск производился в короткие сроки, сухостойный период составляет не менее 56-60 дней. Таким образом, параметры соблюдения технологии эксплуатации животных соответствуют предъявляемым нормам и не являются факторами риска в развитии послеродовой гипокальциемии коров.

Заключение

Таким образом, в 2019 году распространение послеродовой гипокальциемии у крупного рогатого скота в новотельный период в изучаемом хозяйстве составило 95,2 %. Наиболее подвержены послеродовой гипокальциемии были коровы 3-й и 4-й лактации в зимние периоды года с декабря по февраль. Выявлено, что в течение 2019 года 45,6 % новотельных животных нуждались в медикаментозной коррекции гипокальциемии с помощью парентерального введения препаратов кальция. Стоит отметить, что 75,5 % коров от всех переболевших послеродовой гипокальциемией в последующем имели вторичные осложнения: послеродовой эндометрит, задержание последа, асептические болезни конечностей с симптомом хромоты, смещение сычуга. Основными факторами риска развития послеродовой гипокальциемии у новотельных коров явились генетическая предрасположенность, несбалансированность рациона по сырому жиру, сахару, а также макро- и микроэлементному составу.

Список литературы

1. Дубов, Д.В. Образование ЛЖК в рубце коров в зависимости от подготовки зерновой части рациона / Дубов Д.В., Кулаков В.В. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологи «Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства», 2019. – С.15-19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39173389

2. Крупин, Е. О. Молочная продуктивность, состав и качество молока высокопродуктивных коров на фоне направленного регулирования обмена веществ журнал / Е.О Крупин, М.Г. Зухрабов, Ш.К. Шакиров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2010. - С.134-140. URL: : https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/stati/programma-kormlenija-korov-v-suhostoinyi-period-mustang-tehnologii-kormlenija-sohranit-zdorove-korovy-telenka-i-priumnozhit-molochnuyu-produktivnost.html

3. Нормы и рационы кормления сельскохозяственных животных. Справочное пособие 3-е издание перераб и дополн./ под ред. А.П. Калашникова, И.В. Фисинина, В.В.Щеглова, Н.И. Клейменова // -Москва, 2003. URL https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18902061

4. Остякова, М. Е. Послеродовая гипокальциемия коров и ее профилактика / М.Е. Остякова, Н. Н. Малкова, В.К. Ирхина, Н.С. Голайдо // Дальневосточный вестник, 2016. – С. 60-65. URL https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27216020

5. Послеродовая гипокальциемия коров. / Ион Морару // DairyNews.ru. URL:: https://www.dairynews.ru/news/poslerodovaya-gipokaltsiemiyakorov.html?sphrase_id=10021193

6. Сайтханов, Э.О. Изучение частоты регистрации и характера патологии копытец в животноводческом хозяйстве с беспривязным содержанием / Э.О. Сайтханов, Д.С. Беседин, А.В. Рудная // Вестник РГАТУ, № 3, 2018. – С.62-67. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35721858

7. Торжков, Н.И. Переваримость питательных веществ и баланс азота, кальция и фосфора при использовании в рационе зерновых кормов, подготовленных различными способами / Н.И. Торжков, Л.Г. Каширина, Н.Н.Гапеева, Д.В. Дубов // Сб.науч.тр. «Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе» ФГБОУ ВО РГАТУ.- Рязань: Издательство РГАТУ, 2002. – С.90-94. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42538852

9. Britan, M.N. Nosological profile of animal farms of Ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis / K.A. Gerceva, E.V. Kiseleva V.V., Kulakov, E.O. Saytkhanov, R.S.Soshkin // International Journal of Pharmaceutical Research. 2019. Т. 11. № 1. - С. 1040 -1048. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41635428

10. Kondakova, I.A. Dynamics of immunologic indices in diseases of bacterial etiology and the correction of immune status of calves / I.A.Kondakova, J.V. Lomova, E.M.Lenchenko // Journal of global pharma technology. Т.8. № 11. 2016. С.8-11. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29481002

11. Кулаков, В. В. Пути совершенствования производства молока на примере ооо "рассвет" Захаровского района Рязанской области / В.В. Кулаков, Е.Н Правдина, Н.О. Панина // Сб.тр. науч.конф.: Мат. Нац. научно-практ. конф.. «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России».- Издательство: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева (Рязань), 2019. – С.151-159. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37257456

12. Конкина, В.С. Инновационные направления развития отрасли молочного скотоводства / В.С.

Конкина, Н.В. Бышов, Е.Н. Правдина, Д.В. Виноградов // Сб.науч.ст.: Мат. 9-й Международной научно-практической конференции «Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК». - Издательство: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2017. –С. 29-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29230893

13. Gorton, M. Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS / M. Gorton, J. White, D.Dries, A. Ignat, G.Sardaryan, A. Skripnik // Eurasian geography and economics. T. 48.- № 6 2007. p. 733-747. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14524769

14. Bhanugopan M.S.Carryover effects of potassium supplementation on calcium homeostasis in dairy cows at parturition / W.J.Fulkerson, D.R., Fraser, M.Hyde, D.M. Mcneill // Journal of dairy science. T. 93.№: 5. 2010. p. 2119-2129. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16599129

15. Юськив, Л.Л. Жирнокислотный состав общих липидов плазмы крови коров при послеродовой гипокальциемии / Л.Л. Юськив // Журнал:Біологія тварин: Институт биологии животных НААН Т.17. № 4. 2015.-С. 151-157. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25137140

16. Peter, A.T. Relationship of uterine infections and folliculogenesis in dairy cows during early puerperium / ,A.T. Peter, W.T.K.Bosu // Журнал: Theriogenology.T.30. № 6.1988.p.1045-1051. URL:

17. Дубов, Д.В. Сравнительная оценка первотелок разной селекции по воспроизводительным качествам / Д.В. Дубов, О.В. Рункина, Д.В. Новиков // Сб.науч.тр.: Мат. 70-й Международной научно-практ. конф. «Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса». – Издательство: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева (Рязань), 2019. - С. 50-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41330059

18. Thuy, N.T.D. Polymorphism of pit-1 and prolactin genes and their effects on milk yield in holstein frisian dairy cows bred in Vietnam / N.T.D.Thuy, N.T.Thu, N.H. Cuong, L.V. Ty, T.T.B. Nguyen D.V.A.Khoa // Russian journal of genetics.T.54.№ 3.2018. –p. 346-352. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35946504

DISTRIBUTION AND RISK FACTORS FOR POSTPARTUM PREGNANCY HYPOCALCEMIA IN CATTLE

Bystrova Irina U. *doctor of agricultural Sciences, Professor, head of the Department of animal science and biology, ibystrova66@mail.ru*

Kiseleva Elena V., *C.b.N., associate Professor, head of the Department of veterinary and sanitary examination, surgery, obstetrics and internal diseases of animals,super.juliakiseleva2013@yandex.ru*

Gertseva Ksenia A., *C.b.N., associate Professor, head of the Department of veterinary and sanitary examination, surgery, obstetrics and internal diseases of animals, okavet@ya.ru*

Lozovanu Mikhail I., *assistant, head of the Department of veterinary and sanitary examination, surgery, obstetrics and internal diseases of animals, lozovanu95@mail.ru*

Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev

PProblem and purpose. *The aim of the research was to study the distribution and identify factors that contribute to the development of postpartum hypocalcemia in cattle.*

Methodology. *Objects of research were the cows of Holstein-Friesian breed. In the course of the research, a clinical examination of livestock was carried out, and zootechnical and veterinary documentation was analyzed for the period of 2017-2019 in order to establish the spread of postpartum hypocalcemia. The diagnosis of "postpartum hypocalcemia" was established based on clinical signs, as well as on the results of biochemical blood analysis of cows. Studies of blood serum were carried out at SBI RO "Ryazan oblvetlab", as well as at the research center of laboratory researches of RSATU. To determine the risk factors for the development of postpartum hypocalcemia, an analysis of compliance with the technology of animal management was carried out, the hygienic parameters of keeping cows and the animal feed base were studied.*

Results. *It was found that in 2019, the spread of postpartum hypocalcemia in cattle during the fresh period was 95.2% of the total number of fresh cows. Cows of the 3rd and 4th lactation are most susceptible to postpartum hypocalcemia during the winter period of the year from December to February. It was revealed that in 2019, 45.6 % of fresh animals needed medical correction of hypocalcemia using injections of calcium preparations. It was found that 75.5 % of all cows that had postpartum hypocalcemia subsequently had secondary complications: postpartum endometritis, retention of placenta, limb diseases with a symptom of lameness, displacement of the abomasum. The main risk factors for postpartum hypocalcemia in fresh cows were genetic predisposition, unbalanced diet for raw fat, sugar, and macro - and microelement composition.*

Conclusion. *The prevalence of postpartum hypocalcemia in cattle during the fresh period was 95.2 % of the total number fresh cows. The main risk factors for postpartum hypocalcemia in fresh cows were genetic predisposition, unbalanced diet for raw fat, sugar, and macro - and microelement composition.*

Key words: *cattle, postpartum hypocalcemia, risk factors, feeding, dairy farming.*

Literatura

1. Dubov, D.V. Obrazovanie LZHK v rubce korov v zavisimosti ot podgotovki zernovoj chasti raciona / Dubov D.V., Kulakov V.V. // Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj

70-letiyu fakul'teta veterinarnoj mediciny i biotekhnologi «Aktual'nye problemy i prioritetnye napravleniya zhivotnovodstva», 2019. – S.15-19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39173389

2. Krupin, E. O. Molochnaya produktivnost', sostav i kachestvo moloka vysokoproduktivnyh korov na fone napravlennogo regulirovaniya obmena veshchestv zhurnal / E.O Krupin, M.G. Zuhrabov, SH.K. SHakirov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana, 2010. - S.134-140. URL: : https://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/stati/programma-kormlenija-korov-v-suhostoinyi-period-mustang-tehnologii-kormlenija-sohranit-zdorove-korovy-telenka-i-priumnozhit-molochnuyu-produktivnost.html

3. Normy i raciony kormleniya sel'skohozya stvennyh zhivotnyh. Spravochnoe posobie 3-e izdanie pererab i dopoln./ pod red. A.P. Kalashnikova, I.V. Fisinina, V.V.SHCHeglova, N.I. Klejmenova // -Moskva, 2003. URL https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18902061

4. Ostyakova, M. E. Poslerodovaya gipokal'ciemiya korov i ee profilaktika / M.E. Ostyakova, N. N. Malkova, V.K. Irhina, N.S. Golajdo // Dal'nevostochnyj vestnik, 2016. – S. 60-65. URL https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27216020

5. Poslerodovaya gipokal'ciemiya korov. / Ion Moraru // DairyNews.ru. URL:: https://www.dairynews.ru/news/poslerodovaya-gipokaltsiemiyakorov.html?sphrase_id=10021193

6. Sajthanov, E.O. Izuchenie chastoty registracii i haraktera patologii kopytec v zhivotnovodcheskom hozyajstve s besprivyaznym soderzhaniem / E.O. Sajthanov, D.S. Besedin, A.V. Rudnaya // Vestnik RGATU, № 3, 2018. – S.62-67. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35721858

7. Torzhkov, N.I. Perevarimost' pitatel'nyh veshchestv i balans azota, kal'ciya i fosfora pri ispol'zovanii v racione zernovyh kormov, podgotovlennyh razlichnymi sposobami / N.I. Torzhkov, L.G. Kashirina, N.N.Gapeeva, D.V. Dubov // Sb.nauch.tr. «Aktual'nye problemy ekologii i sel'skohozyajstvennogo proizvodstva na sovremennom etape» FGBOU VO RGATU.- Ryazan': Izdatel'stvo RGATU, 2002. – S.90-94. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42538852

9. Britan, M.N. Nosological profile of animal farms of Ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis / K.A. Gerceva, E.V. Kiseleva V.V., Kulakov, E.O. Saytkhanov, R.S.Soshkin // International Journal of Pharmaceutical Research. 2019. T. 11. № 1. - S. 1040 -1048. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41635428

10. Kondakova, I.A. Dynamics of immunologic indices in diseases of bacterial etiology and the correction of immune status of calves / I.A.Kondakova, J.V. Lomova, E.M.Lenchenko // Journal of global pharma technology. T.8. № 11. 2016. S.8-11. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29481002

11. Kulakov, V. V. Puti sovershenstvovaniya proizvodstva moloka na primere ooo "rassvet" Zaharovskogo rajona Ryazanskoj oblasti / V.V. Kulakov, E.N Pravdina, N.O. Panina // Cb.tr.nauch.konf.: Mat. Nac. nauchno-prakt. konf.. «Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii».- Izdatel'stvo: Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva (Ryazan'), 2019. – S.151-159. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37257456

12. Konkina, V.S. Innovacionnye napravleniya razvitiya otrasli molochnogo skotovodstva / V.S. Konkina, N.V. Byshov, E.N. Pravdina, D.V. Vinogradov // Sb.nauch.st.: Mat. 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Formirovanie organizacionno-ekonomicheskih uslovij effektivnogo funkcionirovaniya APK». - Izdatel'stvo: Belorusskij gosudarstvennyj agrarnyj tekhnicheskij universitet, 2017. –S. 29-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29230893

13. Gorton, M. Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS / M. Gorton, J. White, D.Dries, A. Ignat, G.Sardaryan, A. Skripnik // Eurasian geography and economics. T. 48.- № 6 2007. p. 733-747. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14524769

14. Bhanugopan M.S.Carryover effects of potassium supplementation on calcium homeostasis in dairy cows at parturition / W.J.Fulkerson, D.R., Fraser, M.Hyde, D.M. Mcneill // Journal of dairy science. T. 93.№: 5. 2010. p. 2119-2129. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16599129

15. YUs'kiv, L.L. ZHirnokislotnyj sostav obshchih lipidov plazmy krovi korov pri poslerodovoj gipokal'ciemii / L.L. YUs'kiv // ZHurnal:Biologiya tvarin: Institut biologii zhivotnyh NAAN

T.17. № 4. 2015.-S. 151-157. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25137140

16. Peter, A.T. Relationship of uterine infections and folliculogenesis in dairy cows during early puerperium / ,A.T. Peter, W.T.K.Bosu // ZHurnal: Theriogenology.T.30. № 6.1988.p.1045-1051. URL:

17. Dubov, D.V. Sravnitel'naya ocenka pervotelok raznoj selekcii po vosproizvoditel'nym kachestvam / D.V. Dubov, O.V. Runkina, D.V. Novikov // Cb.nauch.tr.: Mat. 70-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konf. «Vklad universitetskoj agrarnoj nauki v innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa». – Izdatel'stvo: Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva (Ryazan'), 2019. - S. 50-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41330059

УДК: 633.853.494; 631.861

10.36508/RSATU.2020.48.4.003

НАКОПЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КУРИНОГО ПОМЕТА И ЦЕОЛИТА

ДУБРОВИНА Ольга Алексеевна, *зав. научно-исследовательской агрохимической лабораторией, laboratoria101@mail.ru*

ЗУБКОВА Татьяна Владимировна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ZubkovaTanua@yandex.ru*

Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

ВИНОГРАДОВ Дмитрий Валериевич, *д-р биол. наук, профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vdvrzn@mail.ru*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Липецкой области в рамках научного проекта № 19-44-480003.

Проблема и цель. *Целью исследования являлось изучение влияния различных доз куриного помёта (КП), цеолита (Ц), их смесей и минеральных удобрений на накопление микроэлементов в вегетативных органах растений ярового рапса в различные фазы развития.*

Методология*. Опыт закладывался по следующей схеме: 1) контроль; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3) Ц 3 т/га; 4) КП 2,5 т/га; 5) КП 5 т/га; 6) КП 10 т/га; 7) $N_{60}P_{60}K_{60}$ +Ц 3 т/га; 8) КП 2,5 т/га+Ц 3 т/га; 9) КП 5 т/га+Ц 3 т/га; 10) КП 10 т/га+Ц 3 т/га. Содержание микроэлементов меди, марганца, цинка в растениях устанавливали после сухого озоления при температуре 525 ± 25 °С атомно-абсорбционным методом.*

Результаты. *Результаты опыта показали, что внесение цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения способствовало снижению таких микроэлементов как Cu, Zn и Mn в вегетативной массе рапса на протяжении всего периода развития растений. На опытных участках с использованием органо-минеральных смесей (КП 2,5 т/га + Ц 3 т/га, КП 5 т/га + Ц 3 т/га , КП 10 т/га + Ц 3 т/га) выявлена активная адсорбция цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения по отношению к Zn, которая способствовала снижению элемента в вегетативной массе рапса в вариантах опыта на протяжении всего периода вегетации растений.*

Заключение. *Следовательно, проведённые исследования позволяют рекомендовать возделывание ярового рапса с использованием в качестве удобрений органических отходов совместно с природным цеолитом в условиях лесостепи ЦЧР.*

Ключевые слова*: микроэлементы, цеолит, органические отходы, рапс.*

Введение

В последние годы большое внимание уделяется вопросам полноценного питания растений, а именно микроэлементами. Только сбалансированный микроэлементный состав обеспечивает полноценные физиологические процессы в растениях, а их недостаток может спровоцировать заболевание и угнетение растений. К числу жизненно необходимых микроэлементов для рапса относят: бор, молибден, марганец, цинк, медь и др [1,2]. Микроэлементы в растениях могут образовывать органоминеральные комплексы, от которых напрямую зависит формирование высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в частности, продуктивности ярового рапса.

Применение борных микроэлементов является неотъемлемой частью в технологии производства рапса, а вот к недостатку молибдена посевы данной культуры слабо чувствительны [3].

Вопрос о содержании марганца, цинка и меди в растениях рапса требует особого наблюдения, так как благодаря высокой динамичности процессов трансформации этих элементов могут наблюдаться условия для проявления как их токсичности, так и недостатка [4-9].

Недостаток таких микроэлементов, как марганец, цинк и медь у растений рапса обычно встречается нечасто, а симптомы, как правило, проявляются слабо [10]. Но сегодня вопросы, связанные с микроэлементным составом, являются важной задачей в теории и практике [11]. Доказано, что сбалансированный состав по микроэлементам в растении обеспечивает высокие и стабильные урожаи, а также повышает качество готовой продукции [12,13].

Поэтому определение количественных параметров накопления марганца, цинка и меди растениями ярового рапса сорта Риф, выращенного в условиях модельного опыта при внесении природной цеолитсодержащей породы, минеральных, органических удобрений и органоминеральной смеси, является весьма актуальным.

Объекты и методы исследования

Опыты проводили в 2018-2019 гг. в условиях опытного поля ЕГУ им. И.А. Бунина, на черноземах выщелоченных. Агрохимические характери-

© Дубровина О. А., Зубкова Т. В., Виноградов Д. В., 2020 г.

стики почвы: гумус – 5,76 %, фосфор 197 мг/кг, калий – 124 мг/кг, кальций 25,7 мг и магний 2,4 мг.

Объект исследований – сорт ярового рапса Риф.

Агротехнические приемы возделывания ярового рапса общепринятые для данной зоны. Посев культуры – III декада апреля, рядовым способом, норма высева 2,5 млн шт. всхожих семян/га (6 кг/га).

В проведении эксперимента использовали куриный помёт (КП) с птицефабрики «Светлый путь» Елецкого района, а природный цеолит (Ц) – из Тербунского месторождения. Были изучены химико-аналитические свойства цеолита и отходов. Средний минеральный состав цеолита (масс %): Na (0,1), Mg (0,9), Al (9,4), Si (21,3), P (0,4), S (0,3), K (1,6), Ca (0,8), Fe (2,3), Cj (9, 5), Ni (3,4), Cu (0,3). Zn (1,1), Mo (1,2). Средний минеральный состав отходов птицефабрики составляет (масс %): Na (1,5), Mg (5,4), Al (0,5), Si (2,8), P (8,7), S (0,9), K (5,9), Ca (11,9), Fe (0,8), Co (9,2), Ni (4,6), Cu (0,7), Zn (5,5), Mo (4,7).

Закладку опыта производили в трехкратной повторности по следующей схеме: 1) контроль; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$;3) цеолит 3 т/га; 4) отходы птицефабрики 2,5 т/га; 5) отходы птицефабрики 5 т/га; 6) отходы птицефабрики 10 т/га; 7) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Ц3 т/га; 8) отходы птицефабрики 2,5 т/га + Цеолит 3 т/га; 9) отходы птицефабрики 5 т/га + Цеолит 3 т/га;10) отходы птицефабрики 10 т/га + Цеолит 3 т/га.

Опыт проводили в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова [14].

Содержание микроэлементов меди, марганца, цинка в растениях устанавливали после сухого озоления при температуре 525 ± 25 ºС атомно-абсорбционным методом (ГОСТ 30692–2000) [1].

Экспериментальная часть

Медь

Медь – микроэлемент, необходимый растениям для участия в процессах окисления и дыхания, улучшения фотосинтетической деятельности и водного баланса, повышения толерантности растений к температурному режиму и устойчивости растений к заболеваниям грибкового и бактериального происхождения. Оптимальное содержание меди в растениях рапса от 3 до 10 мг/кг сухого вещества [15].

Полученный статистический анализ показывает, что наименьшая существенная разница в вариантах опыта в фазу розетки по изучению содержания меди в растениях рапса от применяемых удобрений составила 0,181 мг/кг. В вариантах при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$, КП 2,5 т/га, КП 5т/га и КП 10 т/га существенно идет процесс накопления меди в вегетативной массе рапса (рис.1).

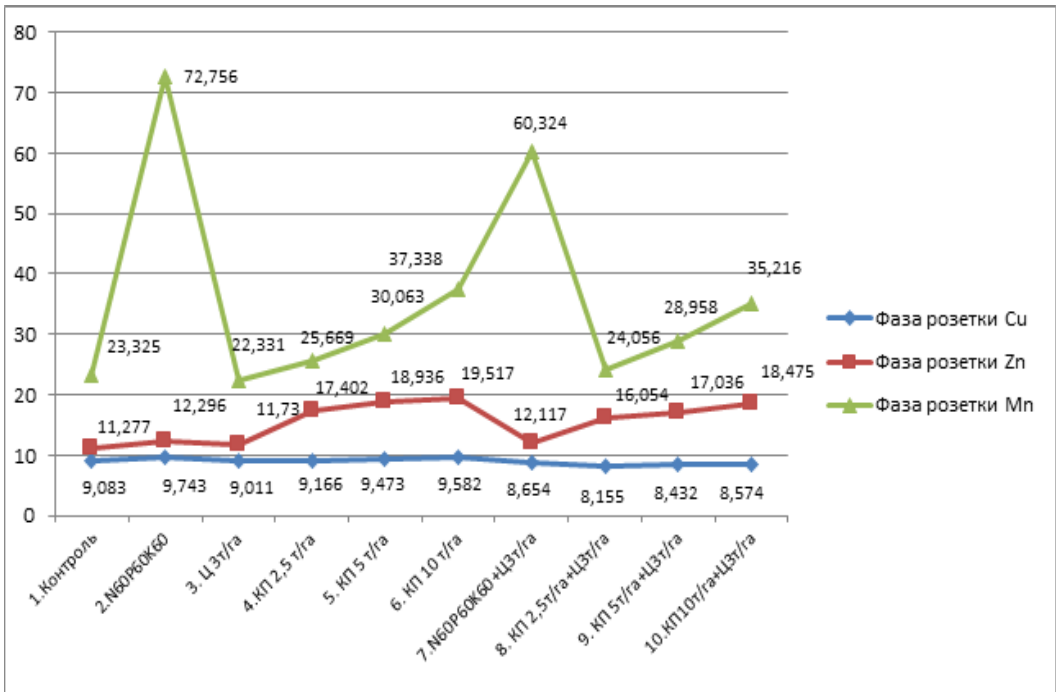


Рис. 1 - Содержание микроэлементов в надземной биомассе растений рапса в фазу розетки в зависимости от условий агроэкологических опытов (мг/кг сухой массы)

Внесение цеолита 3 т/га и куриного помёта 2,5 т/га не повлияло на содержание меди, а различия между контролем и данными вариантами оказались несущественны. В вариантах с совместным применением цеолита и органо-минеральных удобрений выявлена активная адсорбция минерала по отношению к меди. Существенное уменьшение меди в эту фазу развития растений выявлено в варианте КП 2,5 т/га+ Ц 3 т/га, по отношению к контролю достоверное уменьшение элемента составило 0,928 мг/кг сухой массы растений. Увеличение дозы органического удобрения до 5 т/га с той же дозой цеолита (3 т/га) уменьшило содержание элемента на 0,651 мг/кг сухой массы. При внесении КП 10 т/га +Ц 3 т/га достоверное снижение металла составило 0,509 мг/кг сухой массы. Самое низ-

кое снижение меди в рапсе выявлено в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$+ Ц 3 т/га – 0,327 мг/кг сухой массы.

Сравнительный анализ между вариантами без применения цеолита и с его использованием показал, что применение минерала снижает содержание меди в варианте №7 на 1,089 мг/кг сухой массы, в варианте № 8 на 1,011 мг/кг сухой массы, в варианте №9 на 1,041 мг/кг сухой массы и в варианте № 10 на 1,008 мг/кг сухой массы.

В фазу цветения содержание меди в вегетативных органах рапса (стебель, листья, соцветия) во всех вариантах опыта по сравнению с фазой розетки снизилось. В среднем на контрольном участке концентрация меди в вегетативных органах растений составляла 7,869 мг/кг сухой массы. Статистическая обработка полученных данных позволила выявить, что внесение Ц 3 т/га, КП 2,5т+Ц 3 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Ц 3 т/га практически не изменили содержание меди в органах растения по сравнению с контролем. Внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в./га в чистом виде, а также куриного помета как в чистом виде, так и с применением цеолита существенно повысили содержание меди в этой фенофазе (рис.2).

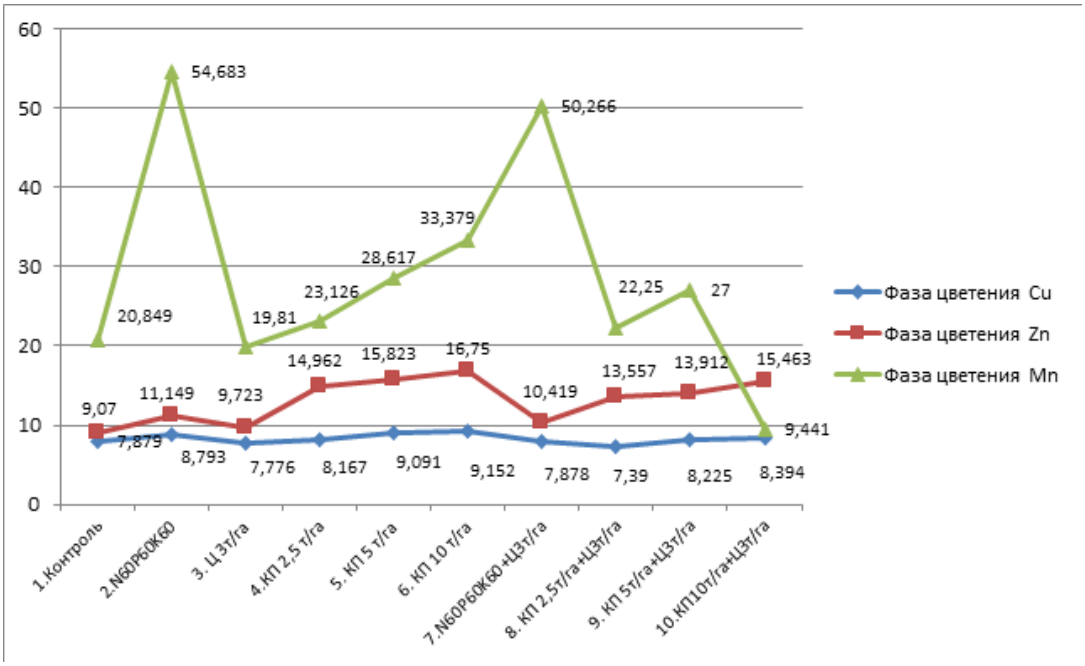


Рис. 2 - Содержание микроэлементов в надземной биомассе растений рапса в фазу цветения в зависимости от условий агроэкологических опытов (мг/кг сухой массы)

Сравнительный анализ между вариантами $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$+ Ц 3 т/га выявил снижение меди в вегетативной массе растений рапса на 0,915 мг/кг сухой массы, в варианте КП 2,5 т/га и КП 2,5 т/га+Ц 3 т/га на 0,777 мг/кг сухой массы, КП 5 т/га и КП 5 т/га+Ц 3 т/га на 0,866 мг/кг сухой массы, КП 10 т/га и КП 10т+Ц 3 т/га на 0,758 мг/кг сухой массы.

В период формирования урожая несущественные различия выявлены между контролем и вариантами Ц 3 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Ц 3 т/га, КП 2,5 т/га+Ц 3 т/га. Применение в чистом виде минеральных и органических удобрений, а также органоминерального комплекса КП 5 т/га+Ц 3 т/га и КП 10 т/га+Ц 3 т/га показали существенное увеличение меди в вегетативных органах относительно контрольных значений.

Абсорбционная способность цеолита в фазу зеленого стручка позволила снизить содержание меди между вариантами №2 и №7 на 2,63, №4 и №8 на 0,812, № 5 и №9 на 0,904, №6 и №10 на 0,555 мг/кг сухой массы (рис.3).

Динамика снижения элемента в опыте сохранилась на протяжении всего вегетационного периода с максимумом в фазу уборки.

В момент уборки урожая в вегетативной массе рапса существенных изменений по содержанию меди относительно контроля не выявлено в вариантах Ц 3 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$+Ц 3 т/га, КП 2,5 т/га+ Ц 3 т/га, КП 5 т/га+Ц 3 т/га. Достоверная разница выявлена от применения $N_{60}P_{60}K_{60}$, различных доз органических удобрений, а также органоминерального комплекса в дозе КП10т/га+Ц 3т/га (рис.4).

Разница в количественном содержании меди между вариантами с применением цеолита и без него составила: $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Ц 3т/га – 0,973 мг/кг сухой массы, КП 2,5 т/га и КП 2,5 т/га + Ц 3т/га – 1,013 мг/кг сухой массы, КП 5 т/га и КП 5 т/га+Ц 3т/га – 1,338 мг/кг сухой массы, КП 10т/га и КП 10 т/га+Ц 3т/га – 0,758 мг/кг сухой массы.

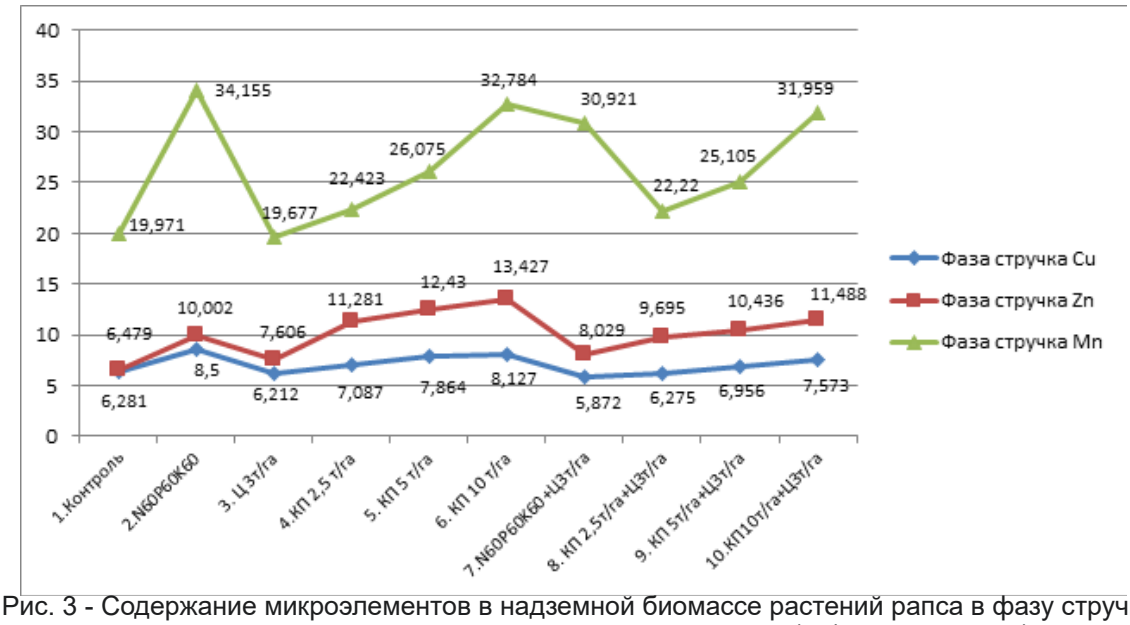


Рис. 3 - Содержание микроэлементов в надземной биомассе растений рапса в фазу стручка в зависимости от условий агроэкологических опытов (мг/кг сухой массы)

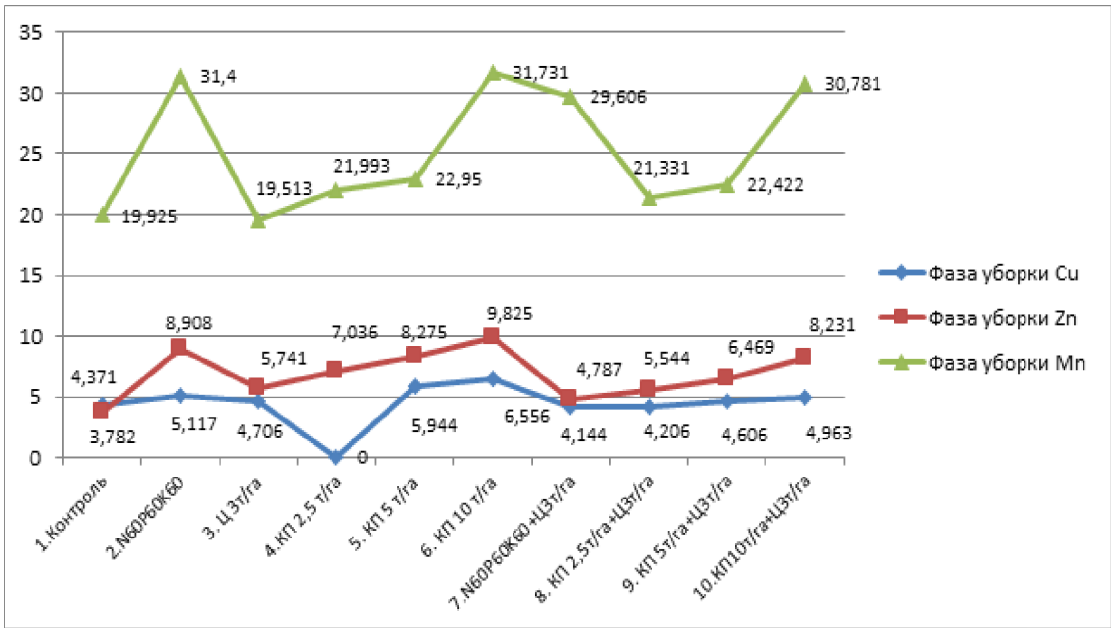


Рис. 4 - Содержание микроэлементов в надземной биомассе растений рапса в фазу уборки в зависимости от условий агроэкологических опытов (мг/кг сухой массы)

Цинк

В растительном организме цинк входит в состав 30 ферментов. Данный элемент принимает участие в различных видах обменов. Влияет на образование триптофана, повышает содержание фитогормонов, влияющих на накопление биомассы растений, оказывает положительное влияние на засухоустойчивость и холодостойкость растений, повышает устойчивость к грибковым и бактериальным заболеваниям. Оптимальное содержание цинка в растениях рапса от 7,5 до 20 мг/кг сухого вещества [16].

Внесение органических удобрений как в чистом виде, так и с применением цеолита способствовало достоверному повышению содержания Zn в зеленой массе рапса во все фазы вегетации растений по сравнению с его содержанием в контрольном варианте.

Максимальные значения цинка в вегетативной массе рапса отмечены в фазу розетки. На контрольных участках модельного опыта в зеленой массе растений в эту фазу содержалось 11,277 мг/кг сухого вещества, тогда как максимальное значение было выявлено в варианте с внесением органики в дозе 10 т/га, которое составило 19,517 мг/кг сухого вещества. В последующие фазы развития растений отмечается снижение Zn во всех вариантах опыта. К моменту сбора урожая в контрольных растениях его зафиксировано 5,782 мг/кг сухого вещества, а в растениях, отбираемых с

варианта КП 10т/га – 8,231мг/кг сухого вещества.

На опытных участках с использованием органо-минеральных смесей (КП 2,5 т/га + Ц 3 т/га, КП 5 т/га + Ц 3т/га, КП 10 т/га + Ц 3т/га) выявлена активная адсорбция цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения по отношению к Zn, которая способствовала снижению элемента в вегетативной массе рапса в вариантах опыта на протяжении всего периода вегетации растений. В фазу розетки на 1,348; 1,901; 1,042 мг/кг сухого вещества; в фазу цветения на 1,405; 1,920; 1,287 мг/кг сухого вещества; в фазу стручка на 1,622; 1,994; 1,939 мг/кг сухого вещества; в фазу уборки на 1,492; 1,806; 1,594 мг/кг сухого вещества, соответственно.

Минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в./га в чистом виде и с применением цеолита (3т/га) достоверно повышали содержание цинка в вегетативных органах растений рапса. Динамика снижения элемента прослеживается, как и в случае с применением органо-минерального комплекса, с максимумом накопления (12,296 мг/кг сухого вещества) в начале вегетации растений и минимумом в фазе уборки урожая (7,287 мг/кг сухого вещества).

Применение цеолита в чистом виде достоверно повышало содержание цинка в растениях рапса до фазы зеленого стручка. В фазу уборки достоверных различий с контролем не выявлено.

Марганец

Марганец – незаменимый элемент для всех растений. В настоящее время известно примерно 30 металлоферментных комплексов, активируемых марганцем. Марганец принимает участие в различных биохимических процессах растений, способствует лучшему усвоению молекулярного и минерального азота. Кроме этого, от данного элемента зависит плодоношение растений и степень их развития [17].

Содержание марганца в зеленой массе ярового рапса в зависимости от применяемых удобрений в течение вегетации находилось в пределах от 72,756 до 19,513 мг/кг сухого вещества, что соответствовало рекомендуемым значениям [18].

Наибольшее влияние на содержание марганца в зеленой массе оказывали минеральные удобрения. В исследуемых опытных вариантах достоверная концентрация элемента в варианте № 2 ($N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в./га) превышала значения контроля, при применении цеолита в чистом виде – в 3 раза, а в вариантах с применением органических и органоминеральных удобрений – в 2,5 раза.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о достаточно стабильном содержании марганца – от фазы розетки до уборки урожая растений рапса во всех вариантах за исключением опытов с применением минеральных удобрений.

Максимальная концентрация марганца во всех вариантах опыта отмечена в фазу розетки. К фазе цветения происходит снижение содержания элемента в среднем на 10-12 %, а от фазы цветения до уборки оно остается практически неизменным во всех вариантах за исключением опытов с применением минеральных удобрений – здесь концентрация от фазы розетки к фазе цветения уменьшилась на 26 %, а в случае с применение цеолита – на 17 %.

Дальнейшее снижение в вариантах № 2 и №7 отмечено от фазы цветения к фазе стручка, оно равнялось 37 % и 40 % соответственно. От фазы стручка до уборки урожая содержание марганца было стабильно.

Заключение

Анализ микроэлементного состава зелёной массы растений ярового рапса в условиях агроэкологического опыта позволил установить, что содержание Cu, Zn и Mn зависело как от дозы внесения удобрений, так и от фазы развития растений. Поступление марганца, цинка и меди в начальный период развития выше, чем в период созревания. Выявлена активная адсорбция цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения по отношению к данным микроэлементам.

Марганец характеризуется как достаточно стабильный элемент в вариантах, за исключением опытов с применением минеральных удобрений.

Наиболее вариабельным элементом в изучаемом опыте являлась медь. Разница в количественном содержании меди между вариантами с применением цеолита и без него к моменту уборки составила: $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Ц 3 т/га – 0,973 мг/кг сухой массы, КП 2,5 т/га и КП 2,5 т/га+ Ц 3т/га – 1,013 мг/кг сухой массы, КП 5 т/га и КП 5т/га+Ц 3 т/га – 1,338 мг/кг сухой массы, КП 10 т/га и КП 10 т/га+Ц 3 т/га – 0,758 мг/кг сухой массы На опытных участках с использованием органо-минеральных смесей (КП 2,5т/га + Ц 3 т/га, КП 5 т/га + Ц 3 т/га, КП 10 т/га + Ц 3 т/га) выявлена активная адсорбция цеолитсодержащей породы по отношению к Zn. В фазу розетки на 1,348; 1,901; 1,042 мг/кг сухого вещества; в фазу цветения на 1,405; 1,920; 1,287 мг/кг сухого вещества; в фазу стручка 1,622; 1,994; 1,939 мг/кг сухого вещества; в фазу уборки 1,492; 1,806; 1,594 мг/кг сухого вещества, соответственно.

В целом совместное использование цеолита с отходами птицеводства можно рекомендовать для возделывания ярового рапса в условиях Липецкой области.

Список литературы

1. Pandey N., Hasanuzzaman M., Fujita M., Oku H., Nahar K., Hawrylak-Nowak B. (eds) Role of Plant Nutrients in Plant Growth and Physiology // Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance. Singapore. – 2018. p 51-93. DOI:https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_2.

2. Martin B.,Patrick B., Ismail C., Zed R., Fangjie Z. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition) // Chapter 7 - : Micronutrients Function of Nutrients: Micronutrients.- 2012. – P.191-248. DOI:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00007-8.

3. Öztürk Ö., Soylu S., Ada R., Gezgin S., Babaoglu M. Studies on differential response of spring canola cultivars to boron toxicity // Journal of

Plant Nutrition. – 2010. - Vol. 33 (8). - P.1141-1154. DOI: 10.1080 / 01904161003763740].

4. Зубкова, Т.В. Влияние органических удобрений и природного цеолита на содержание пигментов и урожайность растений рапса сорта Риф / Т.В. Зубкова, О.А. Дубровина, С.М. Мотылева // Аграрный вестник Урала. - 2020. - № 2 (193). - С. 2-8. DOI: dOI: 10.32417/1997-4868-2020-193-2-2-8.

5. Nagajyoti P. C., Lee K. D., Sreekanth T. V. M. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review // Environ Chem Lett. – 2010. - Vol. 8. - P.199-216. DOI: https://doi.org/10.1007/s10311-010-0297-8.

6. Adrees M., Ali S., Rizwan M. et al. The effect of excess copper on growth and physiology of important food crops // Environ Sci Pollut Res. - 2015. - Vol. 22. - P.8148-8162 https://doi.org/10.1007/s11356-015-4496-5.

7. Poul E. J., Soren H. Manganese Deficiency in Plants: The Impact on Photosystem II // Trends in plant science. – 2016. – Vol. 21. – P. 622-632 https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.03.001.

8. Brennan R. F., Bolland M. D. A. Manganese Deficiency in Canola Induced by Liming to Ameliorate Soil Acidity // Journal of Plant Nutrition. – 2015. – P. 886-903. DOI: 10.1080/01904167.2014.964362.

9. Парубец, Ю. С. Влияние фосфорных удобрений на состояние цинка и меди в системе «загрязнение почва-растения» / Ю. С. Парубец, Е. А. Карпова, А.А. Ермаков, В. А. Шохин // Проблемы агрохимии и экологии. - 2012. - № 3. – с. 9-14. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17946865

10. Huijun Z., Liangqi W., Tuanyao C., Yuxiu Z., Jinjuan T., Shengwen M. The effects of copper, manganese and zinc on plant growth and elemental accumulation in the manganese-hyperaccumulator Phytolacca Americana // Journal of Plant Physiology. - Vol. – 169. – P. 1243-1252. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.04.016.

11. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение [Текст] : монография / В. Б. Ильин ; отв. ред. А. И. Сысо. - Российская акад. наук, Сибирское отд., Институт почвоведения и агрохимии. - Новосибирск : Изд-во Сибирского отд. Российской акад. наук, 2012. - 218 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19518550

12. Tiwari S., Patel A., Pandey N., Raju A., Singh M., Prasad S. M. Deficiency of Essential Elements in Crop Plants // Sustainable Solutions for Elemental Deficiency and Excess in Crop Plants. – 2020.- P. 19-52. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8636-1_2.

13. Макарова, М.П. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса / М.П. Макарова, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2013. - № 3 (19). - С. 109-112. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20276131

14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. 5-го изд. 1985 г. – М.: Альянс, 2011. – 351 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517484

15. Накопление цинка и меди в почве и растениях / Н.В. Афонченко, Н.В. Рязанцева, М.Ю. Дегтева // Аграрная наука - сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курск, 2009. – с. 38-41.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24982969

16. Zubkova T. V., Motyleva S. M., Dubrovina O. A. The study of rape seed development of plants in the rosette phase in the face of organic fertilizers and natural zeolite // Ecology, Environment and Conservatio., 2020. - Vol. 26.- No. 1 - P. 465-470. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42993646.

17. Millaleo R., Reyes-Diaz M., Ivanov A.G., Mora M.L., Alberdi M. Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulatin and resistance transport, accumulatin and resistance mechanisms // Journal of soil science and plant nutrition versión On-line Soil Sci. Plant Nutr. Temuco. – 2010.- v.10.- n.4.- P. 470 – 481. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000200008.

18. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants // 4th Edition. Boca Raton,FL : Crc Press.- 2010. – P. 548 . DOI: 10.1017/S0014479711000743

THE ACCUMULATION OF MICROELEMENTS IN PLANTS OF SPRING RAPE WITH THE USE OF CHICKEN MANURE, AND ZEOLITE

Dubrovina Olga A., *Manager of research agrochemical laboratory, Bunin Yelets State University, laboratoria101@mail.ru*

Zubkova Tatyana V., *Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of technology of storage and conversion of agricultural products, Bunin Yelets State University, ZubkovaTanua@yandex.ru*

Vinogradov Dmitry V., *Dr. biol. Sci., Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev", vdvrzn@mail.ru*

Problem and purpose. *The purpose of the study was to study the effect of different doses of chicken manure (CM), zeolite (Z), their mixtures and mineral fertilizers on the accumulation of trace elements in the vegetative organs of spring rapeseed plants at different stages of development.*

Methodology. *The experiment was based on the following scheme: 1) control; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3) Z 3 t/ha; 4) CM 2.5 t/ha; 5) CM 5 t/ha; 6) CM 10 t/ha; 7) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Z 3 t/ha; 8) CM 2.5 t/ha + Z 3 t/ha; 9) CM 5 t/ha + Z 3 t/ha; 10) CM 10 t/ha + Z 3 t/ha. The content of trace elements of copper, manganese and zinc in plants was determined after dry salting at a temperature of 525 ± 25° C by atomic absorption.*

Results. *The results of the experiment showed that the introduction of zeolite-containing rocks of*

Terbunsky Deposit contributed to the reduction of such microelements as Cu, Zn and Mn in the vegetative mass of rapeseed throughout the entire period of plant development. Active adsorption of the zeolite-containing rock of Terbunsky Deposit in relation to Zn was revealed in the experimental plots using organo-mineral mixtures (CM 2.5 t/ha + Z 3 t/ha, CM 5 t/ha + Z 3 t/ha, CM 10 t/ha + Z 3 t/ha), which contributed to a decrease in the element in the vegetative mass of rapeseed in the experimental variants throughout the entire vegetation period of plants.

Conclusion. *Therefore, the conducted research allows to recommend the cultivation of spring rapeseed with the use of organic waste as fertilizers together with natural zeolite in the conditions of the forest-steppe of the Central Black Soil Region.*

Key words: *trace elements, zeolite, organic waste, rapeseed.*

Literatura

1. Pandey N., Hasanuzzaman M., Fujita M., Oku H., Nahar K., Hawrylak-Nowak B. (eds) Role of Plant Nutrients in Plant Growth and Physiology // Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance. Singapore. – 2018. p 51-93. DOI:https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_2.

2. Martin B.,Patrick B., Ismail C., Zed R., Fangjie Z. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition) // Chapter 7 - : Micronutrients Function of Nutrients: Micronutrients.- 2012. – P.191-248. DOI:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00007-8.

3. Öztürk Ö., Soylu S., Ada R., Gezgin S., Babaoglu M. Studies on differential response of spring canola cultivars to boron toxicity // Journal of Plant Nutrition. – 2010. - Vol. 33 (8). - P.1141-1154. DOI: 10.1080 / 01904161003763740].

4. Zubkova, T.V. Vliyanie organicheskih udobrenij i prirodnogo ceolita na soderzhanie pigmentov i urozhajnost' rastenij rapsa sorta Rif / T.V. Zubkova, O.A. Dubrovina, S.M. Motyleva // Agrarnyj vestnik Urala. - 2020. - № 2 (193). - S. 2-8. DOI: dOI: 10.32417/1997-4868-2020-193-2-2-8.

5. Nagajyoti P. C., Lee K. D., Sreekanth T. V. M. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review // Environ Chem Lett. – 2010. - Vol. 8. - P.199-216. DOI: https://doi.org/10.1007/s10311-010-0297-8.

6. Adrees M., Ali S., Rizwan M. et al. The effect of excess copper on growth and physiology of important food crops // Environ Sci Pollut Res. - 2015. - Vol. 22. - P.8148-8162 https://doi.org/10.1007/s11356-015-4496-5.

7. Poul E. J., Soren H. Manganese Deficiency in Plants: The Impact on Photosystem II // Trends in plant science. – 2016. – Vol. 21. – P. 622-632 https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.03.001.

8. Brennan R. F., Bolland M. D. A. Manganese Deficiency in Canola Induced by Liming to Ameliorate Soil Acidity // Journal of Plant Nutrition. – 2015. – P. 886-903. DOI: 10.1080/01904167.2014.964362.

9. Parubec YU. S. Vliyanie fosfornyh udobrenij na sostoyanie cinka i medi v sisteme «zagryaznenie pochva-rasteniya» / YU. S. Parubec, E. A. Karpova, A.A. Ermakov, V. A. SHohin // Problemy agrohimii i ekologii. - 2012. - № 3. – s. 9-14. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17946865

10. Huijun Z., Liangqi W., Tuanyao C., Yuxiu Z., Jinjuan T., Shengwen M. The effects of copper, manganese and zinc on plant growth and elemental accumulation in the manganese-hyperaccumulator Phytolacca Americana // Journal of Plant Physiology. - Vol. – 169. – P. 1243-1252. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.04.016.

11. Tyazhelye metally i nemetally v sisteme pochva-rastenie [Tekst] : monografiya / V. B. Il'in ; otv. red. A. I. Syso. - Rossijskaya akad. nauk, Sibirskoe otd., Institut pochvovedeniya i agrohimii. - Novosibirsk : Izd-vo Sibirskogo otd. Rossijskoj akad. nauk, 2012. - 218 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19518550

12. Tiwari S., Patel A., Pandey N., Raju A., Singh M., Prasad S. M. Deficiency of Essential Elements in Crop Plants // Sustainable Solutions for Elemental Deficiency and Excess in Crop Plants. – 2020.- P. 19-52. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8636-1_2.

13. Makarova, M.P. Vliyanie organomineral'nyh udobrenij na osnove OSV i ceolita na produktivnost' agrocenoza yarovogo rapsa / M.P. Makarova, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva, 2013. - № 3 (19). - S. 109-112. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20276131

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

15. Nakoplenie cinka i medi v pochve i rasteniyah / N.V. Afonchenko, N.V. Ryazanceva, M.YU. Degteva // Agrarnaya nauka - sel'skomu hozyajstvu: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Kursk, 2009. – s. 38-41.

URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24982969

16. Zubkova T. V., Motyleva S. M., Dubrovina O. A. The study of rape seed development of plants in the rosette phase in the face of organic fertilizers and natural zeolite // Ecology, Environment and Conservatio., 2020. - Vol. 26.- No. 1 - P. 465-470. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42993646.

17. Millaleo R., Reyes-Diaz M., Ivanov A.G., Mora M.L., Alberdi M. Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulatin and resistance transport, accumulatin and resistance mechanisms // Journal of soil science and plant nutrition versión On-line Soil Sci. Plant Nutr. Temuco. – 2010.- v.10.- n.4.- P. 470 – 481. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000200008.

18. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants // 4th Edition. Boca Raton,FL : Crc Press.- 2010. – P. 548 . DOI: 10.1017/S0014479711000743

УДК638.8.022.3:633.358 10.36508/RSATU.2020.48.4.004

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА ГУМИСТАР НА ГОРОХЕ ПОСЕВНОМ

ЗАХАРОВА Ольга Алексеевна, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры агрономии и агротехнологий ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», ol-zahar.ru@yandex.ru*

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования являлось изучение эффективности препарата Гумистар на горохе посевном.*
Методология. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные исследовательские вопросы изучен химический состав препарата на основе биогумуса, который сейчас общеизвестен и эффективен для сельскохозяйственных культур из-за высокого содержания питательных для растений веществ, улучшающих рост и развитие растений и, как следствие, повышающих урожайность. Исследования выполнены в КФХ Белоусов И.В. Старожиловского района при погодных условиях, близких к среднемноголетним. В опыте использовался препарат Гумистар при замачивании семян, опрыскивании растений гороха и поливе в разных комбинациях. Гумистар – это концентрированная жидкая форма биогумуса, представляющая водную вытяжку гуминовых веществ и микроэлементов. Для производства препарата использовался биогумус, произведенный червями в ОАО «Агрофирма «Грин-ПИКъ». Вода для приготовления раствора препарата бралась из пруда, расположенного в 20 м от горохового поля. По возделыванию зернобобовых Рязанская область стоит на 8-м месте в России, а по производству гороха – на 6-м. По площади посевы гороха занимают в регионе 14 место, им засевается свыше 3 % всех площадей, то есть более 29 тыс. га. Около 83 тыс. т зерна собирается в среднем в год. Объект исследования – горох посевной (Pisumsativum), относится к семейству Fabaceae, роду Pisum, у которого на метаморфизированных корнях формируются клубеньки. Вследствие этого наблюдается разная интенсивность потребления питательных веществ и воды в онтогенезе.*
Результаты. *Поливы и опрыскивание растений гороха посевного препаратом Гумистар позволили достоверно доказать высокую агрономическую и экономическую эффективность на варианте 2 при поливах и опрыскивании: активизацию ферментов; увеличение массы клубеньков на корнях до 69 мг/растение; улучшение роста до 57 см и развития растений на 5-15 суток; рост урожая гороха до 27,7 ц/га; накопление сухого вещества в семенах до 59 г; рост уровня рентабельности до 80,7 %.*
Заключение. *В результате исследования была установлена агрономическая и экономическая эффективность препарата Гумистар на горохе посевном при поливах и опрыскивании растений.*

Ключевые слова: *биогумус, Гумистар, горох, активность ферментов, масса клубеньков, урожай.*

Введение

На текущее время актуальным является переработка органических отходов и рациональное их использование как высокоценного биологического ресурса [1,2,3]. В конце 1990-х гг. в странах Западной Европы и США внедрена технология вермикультивирования [4]. Принцип ее действия состоял в использовании искусственно разведенных дождевых червей при переработке и превращении органических отходов в биологически активное, высокоэффективное удобрение [5, 6]. В России примерно в эти же годы были внедрены в практической деятельности ресурсо- и энергосберегающие биотехнологии по разведению, что позволило создать современные активно действующие препараты. Вместе с тем, на сегодняшний день в хозяйствах России они не пользуются широкой популярностью: во-первых, информация о проблемах их влияния на почву и растения статистически недостоверна, во-вторых, накопленный массив информации в виде научных статей, диссертаций, патентов до настоящего времени не обобщен, в-третьих, в практике используется малый ассортимент культур в агрономической деятельности. К тому же, в открытой печати и в сети Интернет встречается множество противоречивой информации об их действии без учета конкретных почвенно-климатических условий и биологических особенностей сельскохозяйственных культур [6]. Исходя из изложенного, исследования по изучению влияния одного из таких препаратов на основе биогумуса, в нашем случае Гумистара, на горохе посевном в условиях неустойчивой погоды в Старожиловском районе Рязанской области являются актуальными.

По возделыванию зернобобовых Рязанская область стоит на 8-м месте в России, а по производству гороха – на 6-м. По площади посевы гороха занимают в регионе 14 место, им засевается свыше 3 % всех площадей, то есть более 29 тыс.

© Захарова О. А., 2020 г.

га. Около 83 тыс. т зерна собирается в среднем в год. Горох посевной (Pisumsativum) принадлежит к семейству Fabaceae, роду Pisum, у которого на корнях формируются клубеньки, представляющие бактероидную ткань. Бактерии питаются минеральным азотом, что вызывает разную интенсивность потребления растениями питательных веществ в онтогенезе. Без сомнения, азот используется растениями гороха от всходов до созревания, но максимум фиксируется в фазу цветения. Фосфор в наибольшем количестве поступает в растения лишь от цветения до созревания семян при развитой симбиотической фиксации атмосферного азота. Калий в отличие от азота и фосфора интенсивнее усваивается горохом в раннем онтогенезе. Важную роль в жизнедеятельности клубеньковых бактерий играют микроэлементы, особенно молибден [10, 11]. И еще одна особенность – клубеньковые бактерии требовательны к влаге. Все биологические особенности культуры были учтены при разработке программы исследований и выборе вариантов опыта.

Объекты и методы исследований

Цель исследований, проведенных в КФХ Белоусов Игорь Вячеславович в Старожиловском районе Рязанской области – изучение эффективности препарата Гумистар на горохе посевном. Научно-исследовательская работа выполнена по заявке руководителя хозяйства.

Почва хозяйства– серая лесная среднесуглинистого гранулометрического состава среднего уровня плодородия [12, 13]. Получить стабильно высокий урожай гороха посевного возможно только в условиях улучшения минерального питания за счет использования удобрительных средств, к примеру, препарата Гумистар, и оптимального водного режима.

Гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный по радиационному балансу для влажной поверхности по общеизвестной формуле Селянинова:

$$ГТК=\frac{214}{0,1\cdot 2284}=0,9$$ – приближенный к среднемноголетним.

Значение 0,9 говорит о достаточном увлажнении за вегетационный период в год исследований, но, учитывая характер выпадающих осадков в определенные периоды, растения гороха, чувствительные к влаге, испытывали недостаток ее в почве и атмосферном воздухе [14], что негативно сказывалось на росте вегетативных и развитии генеративных органов. Максимум осадков приходился на июль. В то же время выпадающие осадки носили неэффективный ливневый характер (за один раз дважды за исследуемый период выпадало до 73 мм), при котором большой объем воды быстро стекал вниз по профилю почвы; корни растений не успевали поглотить её и, таким образом, дефицит воды в корнеобитаемом слое не восполнялся. Содержание продуктивной влаги находилось на уровне 75 % от оптимума, поэтому оросительная мелиорация по-прежнему сохраняла свою актуальность. К тому же, используемые варианты опыта способствовали не только восстановлению баланса минерального обеспечения, но и восполнению влаги в почве (поливы) и атмосферном воздухе (опрыскивание).Солнечных дней много было в начальные фазы онтогенеза, к цветению часто отмечалась облачность.В районе преобладал западный перенос воздушных масс, а в летнее время господствовали западные и северо-западные ветра. Скорость ветра изменялась значительно: от среднемноголетних значенийдо порывов 9-12 м/сек, что могло вызвать полегание стеблей, несмотря на установленную в опыте подпорную сетку.При общем анализе погодных условий экстремальных отклонений не выявлено.

В КФХ Белоусов И.В. использовался трехфакторный мелкоделяночный полевой опыт в трехкратной повторности с вариантами, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Схема трехфакторного мелкоделяночного полевого опыта

Варианты опыта	Обработка препаратом Гумистар на основе биогумуса		
	Замачивание семян (фактор А)	Поливы (фактор Б)	Опрыскивание (фактор В)
Контроль	нет	нет	нет
Вариант 1	да	нет	нет
Вариант 2	нет	да	да
Вариант 3	да	да	да
Вариант 4	да	да	нет

В соответствии со схемой были заложены15 делянок общей площадью 60 м^2. Технология возделывания культуры общепринятая для региона. Посев гороха в опыте проведен в конце апреля рядовым способом с нормой высева из расчета 1,2 млн семян на га.

Гумистар – концентрированная жидкая форма биогумуса, представляющая водную вытяжку гуминовых веществ и микроэлементов. Для производства препарата использовался биогумус, произведенный червями в ОАО «Агрофирма «Грин-ПИКъ». Подготовка раствора в опыте: после разведения концентрированной формы по рекомендации производителя препарат настаивался в течение 5 часов и использовался для замачивания семян перед посевом; полив – 1 раз в декаду из расчета 200 мл препарата на 10 л воды и опрыскиваниерастений – 3 раза за вегетацию из расче-

та 60 мл препарата на 10 л воды в соответствии с вариантами [4, 15].

В полевых условиях были проведены следующие натурные исследования в КФХ и лабораторные опыты на кафедре агрономии и агротехнологии.

1. Фенологические наблюдения каждой фазы (всходы, бутонизация, начало цветения, массовое цветение, начало созревания, полное созревание).

2. Биометрические измерения при фиксировании высоты растений через каждые 7 суток, начиная с фазы «полные всходы», с делянки у 20 растений, от поверхности почвы до верхнего междоузлия.

3. Формирование симбиотического препарата определялось по массе клубеньков на корнях растений.

4. Скорость формирования листьев учитывалась у 20 растений на каждой делянке.

5. Учет урожая – поделяночно с начала цветения и до образования 30 % бобов через каждые 7 суток. Для учета срезались растения с площади 1 м² в трех точках на каждой делянке.

6. Активность каталазы фиксировалась в трехкратной повторности в фазу налива семян в листьях методом Баха и Опарина, пероксидазная активность – колориметрическим методом Бояркина с модификациями [4].

7. Динамика накопления сухих веществ в семенах гороха учитывалась только при полной спелости бобов. Из 20 растений каждой делянки обрывались бобы и из них вылущивались семена [7, 8].

8. Для структурного анализа отбирались растения по следующим показателям: длина стебля, количество бобов, семян в бобе, семян с растения (продуктивность).

9. Определение и подсчет численности вредителей-фитофагов – по ГОСТ [9].

10. Определение сорных видов растений и подсчет их численности проводились по ботаническому определителю [3, 7].

11. Экспериментальные данные подвергались обработке при использовании методики Доспехова (1985) с помощью компьютерной программы Statistica 10. Усовершенствованные графические возможности программы в интерактивном приложении позволяют получить многомерные графики и настройки изображения при статистических приемах обработки результатов исследований [16].

Объект исследования – горох посевной интенсивного типа сорта Немчиновский 46, относящийся к среднеспелым.

Результаты исследований

Антиоксидантная система растений, что известно из многочисленных литературных источников [10,17], включает антиоксиданты, ингибирующие аутоокисление при окислении липидов или активного кислорода в мембранах и катализируется ферментами. Растения сами синтезируют все необходимые органические молекулы. Вещества, ингибирующие оксиление, контролируют протекание спонтанных реакций в живых растительных клетках. Антиоксидантная система включает ферментативные и неферментативные компоненты защиты. Пероксидаза и каталаза – важные ферменты окислительного стресса, на которые реагировали растения гороха (табл. 2).

Таблица 2 – Ферментативная активность

Варианты опыта	Обработка препаратом Гумистар на основе биогумуса				
	Замачивание семян	Поливы	Опрыскивание	Каталаза, мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин	Пероксидаза, изменение оптической плотности/ г сырой массы/мин
Контроль	нет	нет	нет	45	228
Вариант 1	да	нет	нет	100	246
Вариант 2	нет	да	да	98	312
Вариант 3	да	да	да	94	286
Вариант 4	да	да	нет	85	278

В результате анализа данных таблицы 2 обнаружен предельный показатель преломления излучения Fo, падающего на слой вещества, к потоку прошедшего излучения F, ослабленного в результате поглощения и рассеяния

$$D=\lg(Fo/F)$$

при определении пероксидазной активности растений на варианте 2 при поливах и опрыскивании раствором препарата. Установлены значения пероксидазной активности с отклонениями в 37, 27, 12 и 9 % соответственно вариантам опыта. Возрастание пероксидазной активности, по всей видимости, повысило иммунный статус растений, Гумистар выступил как бы элиситором индуцированного иммунитета. Растения выработали иммунитет от болезней при снижении способности поддерживать свою целостность и индивидуальность, о чем свидетельствовали результаты лабораторного опыта. Каталаза проявлялась динамичнее на варианте 2, и ее активность по сравнению с другими вариантами опыта проявилась сильнее на 117, 15 и 4 % соответственно. Ферментативная активность у контрольных растений была в минимуме, что не могло способствовать выработке иммунитета к неблагоприятным условиям среды, поэтому и растения визуально имели невыгодный внешний вид. Достоверность результатов адекватно подтверждена статистическими уравнениями зависимости активности каталазы и пероксидазы от действующих факторов R=0,80 – опрыскивание

и R=0,77 – поливы.

Конечный результат взаимодействия растений с ризобиями слагался из степени развития симбиотического аппарата, его азотфиксирующей активности и продолжительности активного симбиоза. Созданные на варианте 2 опыта условия в мае-июне поддерживали активное развитие клубеньковых бактерий на корнях растений.

Максимальная масса клубеньков сформировалась к фазе ветвления – 22 мая – 44-69 мг/растение (рис. 1), в фазу бутонизации – 5 июня – зарегистрировано угнетение процесса в виде снижения массы до 11-15 мг, а 15 июля – лизис клубеньков. На наш взгляд, большая изменчивость показателя объяснялась возделыванием гороха на участке третий год в присутствии значительной массы спонтанных штаммов ризобий.

Рис. 1 – Клубеньки на корнях гороха в опыте на варианте 2

Азотфиксация у растений гороха на варианте 2 проходила на фоне крепких проростков и достатка влаги в почве, прибавка получена по сравнению с другими вариантами опыта в фазу ветвления 57, 41, 33 и 23 % , бутонизации – 45, 33, 33, 5 %.

Продолжительность фиксации минерального азота бактериями, по литературным источникам [7], не превышает 40 дн., а высокая температура и недостаток влаги сокращают срок до 14-20 дн. Как раз подобные погодные условия и наблюдались в ответственные периоды вегетации – июне и июле. В наших исследованиях длительность азотфиксации на вариантах 2 и 4 составляла 36 дн., на варианте 1 и 3 – 29 дн., на контроле – 25 дн.

Стебель гороха может расти до фазы полного созревания. В фазе 2-3 листьев высота этого вегетативного органа достигала от 3,0 до 4,5 см, а в фазе 4-5 листьев – 7,5-9,5 см. Наиболее интенсивный рост растений гороха подмечен в фазе 6-13 листьев, то есть до цветения. За период всходы-цветение прирост длины стеблей составил на варианте 2 57,2 см.

Листья гороха развивались быстро. На варианте 2 начало образования третьего листа замечено на 5-7 сутки, четвертого – на 9-11 сутки после появления семядольных листьев. Через 3-4 суток после четвертого листа появляется пятый и еще через 3-4 суток – шестой. Формирование седьмого и восьмого листа шло через 23-25, девятого и десятого – 26-30 суток после всходов. На 33-36 сутки после появления всходов было насчитано 11-13 листьев. После появления 12-13 листьев наступала фаза цветения.

Продолжительность вегетации слагалась из основных периодов: посев-всходы, всходы-цветение и цветение-созревание (табл. 3).

Таблица 3 – Масса клубеньков и фенологические наблюдения

Варианты опыта	Масса клубеньков, г Фазы		Периоды, сут.			
	Ветвления	Бутонизации	Посев-всходы	Всходы-цветение	Цветение-созревание	Всходы-созревание
Контроль	44	11	14	32	34	80
Вариант 1	49	12	11	30	32	73
Вариант 2	69	16	9	28	28	65
Вариант 3	56	15	11	29	30	70
Вариант 4	52	17	9	28	28	65

При хорошей влагообеспеченности семена гороха прорастают при температуре 1-2 °С. Для последующего благоприятного роста ее уровень должен быть на 3-4 °С выше нормы. В наших опытах фаза массовых всходов наступала примерно через 11 суток.

Длительность следующего периода всходы-цветение колебалась по вариантам опыта от 29 до 32 суток. Для этого периода необходимо обеспечение растений теплом. Максимальный срок в 34 суток от цветения до созревания был отмечен на контроле при средней температуре воздуха в этот период +18,0 °С. Это вызвало задержку развития растений, а также увеличение полного вегетационного периода до 75 суток. Наиболее быстрые темпы развития растений гороха отмечены на вариантах 2: 4 -30сут.

Полный вегетационный период (всходы-созревание) составил на контроле 80 сут., а на варианте 2 – 65 суток, то есть на 15 сут. короче. На других вариантах – 72 и 74 сут. соответственно. На наш взгляд, некоторое уменьшение сроков каждого из этапа онтогенеза связано с созданием более комфортных условий для растений гороха замачи-

ванием, поливами, опрыскиванием питательным раствором, что, в свою очередь, обеспечивало улучшение водного и питательного режимов.

Урожай зависел, что общеизвестно, от генетических особенностей, погодных и почвенных условий, агротехнических приемов и других причин. Урожайность гороха в опыте составила 22,7-27,7 ц/га (табл. 4) и в среднем по КФХ Белоусов И.В. не превышала максимума в хороший год по погодным условиям – 24 ц/га, и была выше минимума в неблагоприятные – 18 ц/га.

Таблица 4 – Урожай гороха посевного

Вариант	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю		Ошибка разности, md	Критерий достоверности, $t_{факт}$
Контроль	22,7	-	-	-	-
Вариант 1	24,6	1,9	8,4	0,036	1,58*
Вариант 2	27,7	5,0	22,0	0,072	1,06
Вариант 3	25,7	3,0	13,2	0,133	1,09
Вариант 4	26,2	3,5	15,4	0,084	1,22

*Примечание: разница урожая по вариантам достоверна, так как t факт> t_{05} =2,4

Специализированный график, интегрированный с соответствующими статистическими процедурами и доступный из диалогов и контекстных меню результирующих таблиц данных, построен при проведении корреляционно-регрессионного анализа. Данный анализ, считывающий межфакторные связи, и, как следствие, определяющий роль каждого исследуемого фактора: прямое, непосредственное его влияние на результативный признак; косвенное влияние фактора через его влияние на другие факторы; влияние всех факторов на результативный признак, дал уравнение зависимости урожайности гороха (Y) от активности каталазы (а) и пероксидазы (х), представленное в виде диаграммы на рисунке 2:

Y=0,067 + 4,15a + 8,34x,

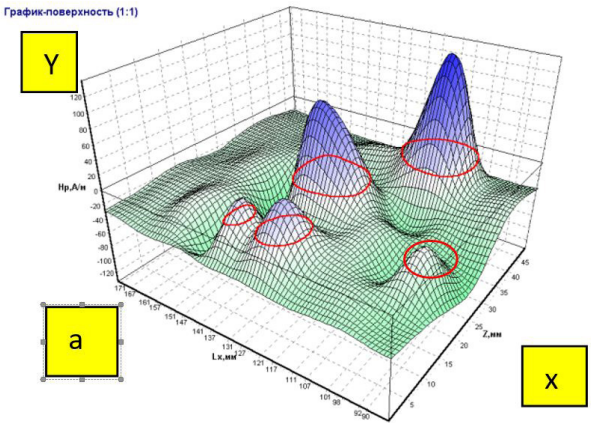


Рис. 2– Зависимости урожайности гороха от активности каталазы и пероксидазы на вариантах опыта

В итоге, все графические опции и процедуры доступны из программ на StatisticaVisualBasic.

Урожайность напрямую зависела от числа плодоносящих растений на единицу площади и массы семян на 1 растение.

Продуктивность растения определялась количеством бобов на растении, количеством семян в бобе и массой 1000 семян. Количество бобов на растении обуславливалось количеством продуктивных узлов и бобов на продуктивном узле. В наших опытах максимальным количеством бобов отличался вариант 2, что отображено в таблице 5. По полученным данным, все показатели структуры урожая находились в пределах сорта. В период созревания нижних бобов накопление сухого вещества в вегетативных органах растения гороха прекращалось, а в семенах, напротив, продолжалось. Из литературных данных [4] известно, что в период созревания количество азота, сахаров и крахмала в створках бобов гороха уменьшается из-за оттока этих веществ в семена. В опыте темп накопления сухого вещества в семенах гороха был различным: на варианте 2 и 4 – по 59 г, белка – 30,1 и 31,4 % соответственно, на других вариантах было отмечено снижение показателей на 3-4 %, что, очевидно, связано с обогащением почвы питательными веществами при поступлении с Гумистар и их усвоением растениями, и что не менее важно, восполнением дефицита влаги в почве.

Выявить закономерности урожайности культуры от различных факторов позволила теория вероятности с изучением процесса при использовании теории планирования и дисперсионного анализа по Р. Фишеру. Нами получены вероятностные графики, позволяющие рассчитать теоретическую урожайность гороха. Так, на варианте 2 из 4-х комбинаций рабочими являлись две: первая – зависимость между количеством бобов и семян в них; вторая – количество семян на одном растении и масса бобов. В результате в выигрышной позиции осталась первая комбинации, представленная на рисунке 3, теоретически позволяющая повысить урожай на 28%.

Таблица 5 – Структура урожая гороха посевного

Варианты опыта	Количество, шт.			Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
	бобов на 1 растение	семян в бобе	семян на 1 растение		
Контроль	2,3	3,20	9,58	1,83	193
Вариант 1	2,6	3,25	9,72	2,40	232
Вариант 2	3,0	3,65	9,78	2,49	243
Вариант 3	2,8	3,38	9,76	2,41	234
Вариант 4	3,0	3,50	9,76	2,46	244

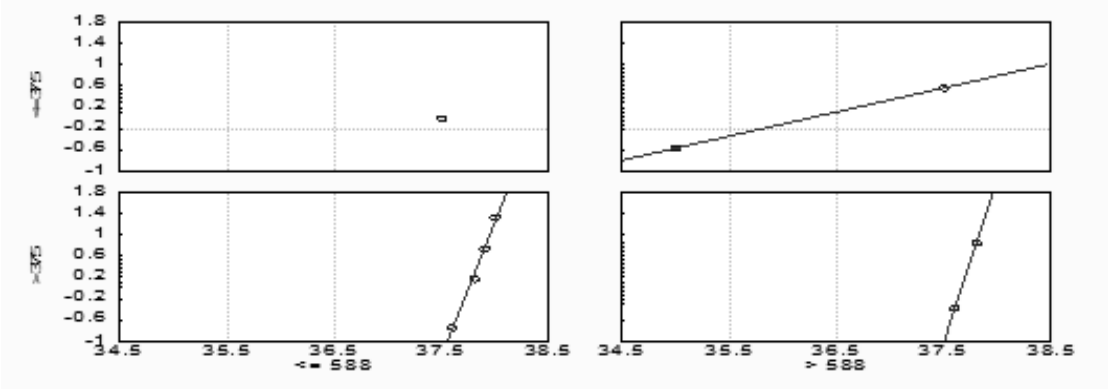


Рис. 3– Вероятностные графики количества бобов гороха и семян в них

Повреждение растений вредителями наносит серьёзный ущерб урожаю, потери могут составлять 15-20 %. Бобовым вредят около 14 видов, из которых были изучены три из-за обнаружения их в наших посевах: *Sitonacrinitus, Laspeyresianigricana ,Acyrthosiphonpisum.* Установлено, что существенного отличия в количестве фитофагов на вариантах опыта не было, но выявлено незначительное превышение экономического порога вредоносности (+1 % при r=0,67) на всех вариантах. Уравнение регрессии описано формулой y=0,08x+0,24.

Спутники культурных растений в агрофитоценозе – сорняки, засоряющие посевы гороха до 30 %.Горох прорастает при температуре +2 °С, что является благоприятным фактором и для сорной ранней яровой и зимующей растительности. В начале вегетации рост растений гороха превосходит высоту сорных, но в последующем замедляется, стебли могут полегать, что способствует вторичному заселению участка нежелательной растительностью [2]. Обследование видового состава сорных растений в посевах гороха выявили в основном яровые малолетние виды *Chenopodiumalbum, Amaranthusretrofleocxus, Setariaviridisu* др. Всего выделено 8 видов сорных растений из 6 семейств. По два вида растений найдено из семейств Астровые и Капустные. Амарантовые занимают более 30 % от общего количества сорняков на опытном участке, несмотря на то, что они представлены только одним видом – *Amaranthusretroflexus.* С учетом проведенной обработки посевов гороха гербицидом на основе бентазона, общее количество сорняков на 1 м2 не превышало 22 экз. Уравнение регрессии описано формулой y=0,913x+1,65 при r=0,74.

Таким образом, достоверно доказана агрономическая эффективность возделывания гороха в хозяйстве при использовании инновационного приема – поливах и опрыскивании растений гороха препаратом Гумистр, что важно и с позиции восстановления плодородия почвы, о чем писал еще в 17 веке основоположник агрономии Андрей Тимофеевич Болотов [18].

При применении Гумистар теоретически обнаружена зависимость экономических показателей от способов обработки семян – замачивания, поливов и опрыскивания. Расчет показал уровень рентабельности 80,7 %на варианте 2, а в контроле на 22 % ниже. Рост показателя объясняется улучшением качества зерна гороха, снижением себестоимости продукции и эффективной маркетинговой стратегией хозяйства.

Выводы

Итак, достоверно доказана агрономическая эффективность препарата Гумистар на горохе посевном:

– повышение пероксидазной активности до 246-312 г сырой массы в минуту; каталазной активности до 85-100 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин.;

– к фазе ветвления масса клубеньков по сравнению с контролем была выше на 17-25 мг; продолжительность азотфиксации короче на 2-5 дн.; высота стеблей у гороха за период всходы-цветение была максимальной – более 43-57 см; на 33-36 сутки после появления всходов отмечено образование 11-13 листа;

– продолжительность вегетационного периода длилась не более 65 суток, что короче на 5-15 суток; урожай гороха составил 24,6-27,7 ц/га, что превысило средние значения по хозяйству на 8-30 %; на одном растении образовалось в среднем

на 1-3 боба больше со средним количеством 3,25-3,65 семян массой от 9,58-9,78 г; масса 1000 семян – больше на 40-45 г; накопление сухого вещества в семенах выше на 30-35 %,

– количество фитофагов на растениях превышало экономический порог вредоносности на 1 %, общее количество сорных растений на 1 м² до 22-35 экз.

Наиболее агрономически и экономически выгодным явился вариант 2 – при проведении 12 поливов, снижении влажности почвы и трех опрыскиваний растений препаратом Гумистар.

Список литературы

1.Содержание фотосинтетических пигментов и активность ферментов окислительного стресса у диких образцов гороха / С.В. Бобков, И.А. Бычков // Сорта и семена, 2019. – С. 29-35. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-fotosinteticheskih-pigmentov-i-aktivnost-fermentov-okislitelnogo-stressa-u-dikih-obraztsov-goroha

2.Интегральная фитосоциологическая оценка биогумуса в условиях орошения / Ф.А. Мусаев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, О.А. Захарова, Д.В. Виноградов. – Рязань: И.П. Коняхин, 2020.- 243 с. URL: https://yandex.ru/search/?text=2.%09 Интегральная+фитосоциологическая+ оценка+биогумуса+в+условиях+орошения+%2F+Ф.А.+Мусаев%2C+Н.В.+Бышов%2C+С.Н.+Борычев%2C+О.А.+Захарова%2C+Д.В.+Виноградов.+–+Рязань%3A+И.П.+Коняхин%2C+2020.-+243+с.&lr=11&clid=2073074&win=135&suggest_reqid=1525950481494693711654440966212 01

3.Vinogradov D.V., Konkina V.S., Kostin Y.V., Kruchkov M. M., Zaharova O.A., Ushakov R.N. Developing the regional system of oil crops production management // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS) India, 2018. - №9 (5).- P.1276-1284. URL: https://vestnik-hss.kemsu.ru/en/storage/view/31448

4.Улучшение симбиотической эффективности гороха / Т. С. Наумкина, И. И. Соловов, В. В. Наумкин // Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Орел, 2005. – Ч.1, – С .102–105. URL: https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-simbioticheskikh-sistem-gorokha-dlya-ekologicheski-chistogo-zemlede.

5.Aigner, A. Ertrags- und AnbauentwicklungbeiEiweisspflanzen in Bayern und Deutschland / A. Aigner // Tagung 23-25. – November. – 2010. – P. 87–89. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-sortov-goroha-posevnogo-universalnogo-ispolzovaniya

6.Babiker, H., Ahmed K., Khadiga A. Effect of feeding different levels of soaked pigeon pea (Cajanuscajan) seeds on broiler chickens performance and profitability / H. Babiker, K. Ahmed, A. Khadiga // Research journal of animal and veterinary sciences. – 2006. – P. 1 – 4. URL: https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/abs/pigeon-pea-cajanus-cajan-as-an-alternative-protein-source-in-broiler-feed/601405B8A9B2CBD92CEA73E3DB6D1627

7.Особенности роста и развития сортов и линий гороха различных морфотипов в условиях Южного Урала / Ф.А. Давлетов, К.П. Гайнуллина, А.Р. Ашиев // Зерновое хозяйство России, 2011. - №5. – С. 38-57. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rosta-i-razvitiya-sortov-goroha-v-usloviyah-yuzhnogo-urala

8.Körnerleguminosen – Gesunder Wachstum für Betrieb und Umwelt. Vogel Wolfgang.Raps. – 2013. – № 3 – P. 2 – 4. URL: https://www.researchgate.net/publication/279885048_Kornerleguminosen_und_Bodenfruchtbarkeit_-_Strategien_fur_einen_erfolgreichen_Anbau

9.Hamon, N. Flight periodicity and infestation size of Sitona lineatus / N.Hamon [et all.] // Anals of Aplied Biology, – 1987. – P. 271-284. URL: https://www.researchgate.net/publication/229859317_Flight_periodicity_and_infestation_size_of_Sitona_lineatus

10.Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков.– Москва: Колос, 1980. – 495 с. URL: https://www.studmed.ru/pleshkov-bp-biohimiya-selskohozyaystvennyh-rasteniy_766c7fcec09.html

11.Формирование сорных компонентов агроценоза гороха в зависимости от систем земледелия / А. И. Бабенко, С. П. Танчик // Сельское хозяйство, 2015.- С.12-18. URL: https://yandex.ru/search/?text=9.%09Формирование+сорных+компонентов+агроценоза+гороха+в+зависимости+от+систем+земледелия+%2F+А.+И.+Бабенко%2C+С.+П.+Танчик&lr=11&clid=2073074&win=135&suggest_reqid=1525950481494693711729137866084 42

12.К вопросу о плодородии серой лесной (агросерой) почвы / Р.Н. Ушаков, Д.В. Виноградов, А.В. Ручкина, Е.И. Лупова, Е.С. Иванов, И.С. Питюрина // АгроЭкоИнфо, 2020.- № 3 (41). - С. 3. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44099104

13.Природопользование и устойчивое развитие биосферы / Д.В. Виноградов, Р.Т. Турекельдиева, А.В. Ильинский, С.Т. Дуйсенбаева. - Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020.- 164 с. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prirodopolzovanie-i-ustoychivoe-razvitie

14.Экология агроэкосистем / Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев - Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. – 256 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41784419

15.ГОСТ 12045–97. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения заселенности вредителями. – Введ. 1998–30–06. – Изд. офиц.– Москва: «Стандартинформ», 2011. – 20 с. URL: https://allgosts.ru/65/020/gost_12045-97

16.Carpentieri-Pipolo, Y. Soybean parent selection based on genetic diversity Braz / Y. Carpentieri-Pipolo [et all] // Arch.Bid. and Technol. – 2000. – 43. – № 3. – P. 295–300. URL: https://www.researchgate.net/publication/247851195_Soybean_parent_selection_based_on_genetic_diversity

17.Gyaneshwar, P. Endophytic colonization of rice by a diazotrophic strain of Serretia marcessens / P. Gyaneshwar // Bacteriol. – 2001, № 183 – P. 2634–2635. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11274124/

18.Дорожить прошлым. Об Андрее Тимофеевиче Болотове / Д. Кучер, О.А. Захарова, Д.В. Виноградов. – Видное: Финист-А, 2020. – 164 с. URL: https://repository.rudn.ru/ru/records/monograph/record/66356/

EFFICIENCY OF PREPARATION HUMISTAR ON PEA

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

Problem and purpose. *The purpose of this research was to study the efficiency of preparation Humistar on pea.*
Methodology. *To achieve the research purpose and answer the questions, the chemical composition of the preparation based on biohumus was studied, which is now generally known and effective for agricultural crops due to the high content of nutrients for plants, which improve their growth and development and, as a result, increase the yield. The research was carried out at peasant farm Belousov I.V. in Starozhilovsky district when weather conditions close to the average annual. Preparation Humistar was used in the experiment, when soaking seeds, spraying pea plants and watering in various combinations. Humistar is a concentrated liquid form of biohumus, which is an aqueous extract of humic substances and minor elements. To produce the preparation, biohumus was used, produced by worms at OJSC "Agrofirm "Green-PIK". To produce the solution of the preparation, water was taken from a pond located 20 m from the pea field. Ryazan oblast ranks 8th in Russia for the cultivation of legumes, and 6th for the production of peas. In terms of area, pea crops occupy the 14th place in the region, over 3 % of all areas are sown with them, that is, more than 29 thousand hectares. About 83 thousand tons of grain is harvested on average per year. The object of the study is pea (Pisum sativum), belonging to Fabaceae family, genus Pisum, having nodules on the metamorphosed roots. As a result, there is a different intensity of consumption of nutrients and water in ontogenesis.*
Results. Watering and spraying of pea plants with Humistar preparation made it possible to reliably prove high agronomic and economic efficiency in option 2: activation of enzymes, an increase in the mass of nodules on roots to 69 mg/plant, improvement of growth to 57 cm and plant development by 5-15 days, an increase in the yield of peas up to 27.7 dt/ha, accumulation of dry matter in seeds up to 59 g and an increase in the level of profitability up to 80.7 %.
Conclusion. *As a result of the study, the agronomic and economic efficiency of preparation Humistar on pea was established when watering and spraying plants.*

Key words: *biohumus, Humistar, pea, enzyme activity, mass of nodules, yield*

Literatura

1.Soderzhanie fotosinteticheskih pigmentov i aktivnost' fermentov okislitel'nogo stressa u dikih obrazcov goroha / S.V. Bobkov, I.A. Bychkov // Sorta i semena, 2019. – S. 29-35. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-fotosinteticheskih-pigmentov-i-aktivnost-fermentov-okislitelnogo-stressa-u-dikih-obraztsov-goroha

2.Integral'naya fitosociologicheskaya ocenka biogumusa v usloviyah orosheniya / F.A. Musaev, N.V. Byshov, S.N. Borychev, O.A. Zaharova, D.V. Vinogradov. – Ryazan': I.P. Konyahin, 2020.- 243 s. URL: https://yandex.ru/search/?text=2.%09 Integral'naya+fitosociologicheskaya+ ocenka+biogumusa+v+usloviyah+orosheniya+%2F+F.A.+Musaev%2C+N.V.+Byshov%2C+S.N.+Borychev%2C+O.A.+Zaharova%2C+D.V.+Vinogradov.+–+Ryazan'%3A+I.P.+Konyahin%2C+2020.-+243+s.&lr=11&clid=2073074&win=135&suggest_reqid=1525950481494693711654440966212 01

3.Vinogradov D.V., Konkina V.S., Kostin Y.V., Kruchkov M. M., Zaharova O.A., Ushakov R.N. Developing the regional system of oil crops production management // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS) India, 2018. - №9 (5).- R.1276-1284. URL: https://vestnik-hss.kemsu.ru/en/storage/view/31448

4.Uluchshenie simbioticheskoj effektivnosti goroha / T. S. Naumkina, I. I. Solovov, V. V. Naumkin // Regulyaciya produkcionnogo processa sel'skohozyajstvennyh rastenij: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Orel, 2005. – CH.1, – S .102–105. URL: https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-simbioticheskikh-sistem-gorokha-dlya-ekologicheski-chistogo-zemlede.

5.Aigner, A. Ertrags- und AnbauentwicklungbeiEiweisspflanzen in Bayern und Deutschland / A. Aigner // Tagung 23-25. – November. – 2010. – P. 87–89. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-sortov-goroha-posevnogo-universalnogo-ispolzovaniya

6.Babiker, H., Ahmed K., Khadiga A. Effect of feeding different levels of soaked pigeon pea (Cajanuscajan) seeds on broiler chickens performance and profitability / H. Babiker, K. Ahmed, A. Khadiga // Research journal of animal and veterinary sciences. – 2006. – P. 1 – 4. URL: https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/abs/pigeon-pea-cajanus-cajan-as-an-alternative-protein-source-in-broiler-feed/601405B8A9B2CBD92CEA73E3DB6D1627

7.Osobennosti rosta i razvitiya sortov i linij goroha razlichnyh morfotipov v usloviyah YUzhnogo Urala / F.A. Davletov, K.P. Gajnullina, A.R. Ashiev // Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2011. - №5. – S. 38-57. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rosta-i-razvitiya-sortov-goroha-v-usloviyah-yuzhnogo-urala

8.Körnerleguminosen – Gesunder Wachstum für Betrieb und Umwelt. Vogel Wolfgang.Raps. – 2013. – № 3 – R. 2 – 4. URL: https://www.researchgate.net/publication/279885048_Kornerleguminosen_und_Bodenfruchtbarkeit_-_Strategien_fur_einen_erfolgreichen_Anbau

9.Hamon, N. Flight periodicity and infestation size of Sitona lineatus / N.Hamon [et all.] // Anals of Aplied

Biology, – 1987. – R. 271-284. URL: https://www.researchgate.net/publication/229859317_Flight_periodicity_and_infestation_size_of_Sitona_lineatus

10.Biohimiya sel'skohozyajstvennyh rastenij / B. P. Pleshkov.– Moskva: Kolos, 1980. – 495 s. URL: https://www.studmed.ru/pleshkov-bp-biohimiya-selskohozyaystvennyh-rasteniy_766c7fcec09.html

11.Formirovanie sornyh komponentov agrocenoza goroha v zavisimosti ot sistem zemledeliya / A. I. Babenko, S. P. Tanchik // Sel'skoe hozyajstvo, 2015.- S.12-18. URL: https://yandex.ru/search/?text=9.%09Formirovanie+sornyh+komponentov+agrocenoza+goroha+v+zavisimosti+ot+sistem+zemledeliya+%2F+A.+I.+Babenko%2C+S.+P.+Tanchik&lr=11&clid=2073074&win=135&suggest_reqid=1525950481494693711729137866084 42

12.K voprosu o plodorodii seroj lesnoj (agroseroj) pochvy / R.N. Ushakov, D.V. Vinogradov, A.V. Ruchkina, E.I. Lupova, E.S. Ivanov, I.S. Pityurina // AgroEkoInfo, 2020.- № 3 (41). - S. 3. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44099104

13.Prirodopol'zovanie i ustojchivoe razvitie biosfery / D.V. Vinogradov, R.T. Turekel'dieva, A.V. Il'inskij, S.T. Dujsenbaeva. - Ryazan': IP ZHukov V.YU., 2020.- 164 s. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prirodopolzovanie-i-ustoychivoe-razvitie

14.Ekologiya agroekosistem / D.V. Vinogradov, A.V. Il'inskij, D.V. Dancheev - Ryazan': IP ZHukov V.YU., 2020. – 256 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41784419

15.GOST 12045–97. Semena sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Metody opredeleniya zaselennosti vreditelyami. – Vved. 1998–30–06. – Izd. ofic.– Moskva: «Standartinform», 2011. – 20 s. URL: https://allgosts.ru/65/020/gost_12045-97

16.Carpentieri-Pipolo, Y. Soybean parent selection based on genetic diversity Braz / Y. Carpentieri-Pipolo [et all] // Arch.Bid. and Technol. – 2000. – 43. – № 3. – P. 295–300. URL: https://www.researchgate.net/publication/247851195_Soybean_parent_selection_based_on_genetic_diversity

17.Gyaneshwar, P. Endophytic colonization of rice by a diazotrophic strain of Serretia marcessens / P. Gyaneshwar // Bacteriol. – 2001, № 183 – R. 2634–2635. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11274124/

18.Dorozhit' proshlym. Ob Andree Timofeeviche Bolotove / D. Kucher, O.A. Zaharova, D.V. Vinogradov. – Vidnoe: Finist-A, 2020. – 164 s. URL: https://repository.rudn.ru/ru/records/monograph/record/66356/

УДК 631.8:631.452 ***10.36508/RSATU.2020.48.4.005***

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА ПЛОДОРОДИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

МАЖАЙСКИЙ Юрий Анатольевич, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры экономики и менеджмента, director@mntc.pro*

ПАВЛОВ Артём Андреевич, *аспирант кафедры экономики и менеджмента, kupoz@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью исследований являлось определение влияния гуминового препарата в сочетании с биогумусом на плодородие залежных земель, а также на урожайность и качественный состав сена.*

Методология. *Для достижения цели было изучено применение гуминового препарата и биогумуса на фоне уровня грунтовых вод (УГВ) 1,5 м. На опытном участке использовались серые лесные и дерново-подзолистые почвы.*

Результаты. *По результатам опыта было выявлено, что доза гуминового препарата 150 л/га с биогумусом 10 т/га привела к увеличению нитратного азота в дерново-подзолистой почве на 80 %, в серой лесной почве на 66 %. Общий вклад увеличения дозы гуминового препарата на 20 л/га в накоплении азота в дерново-подзолистой почве составил 19 % (отн), в серой лесной – 32 % (отн). В ходе изучения содержания подвижного фосфора и кальция выявлено, что применение гуминового препарата оказывало влияние на их накопление. Результаты проведенного опыта подтвердили достоверность положительного влияния применяемой системы удобрений с гуминовым препаратом на урожайность культур. Урожайность на дерново-подзолистой почве, в сравнении с контрольным вариантом, у вико-овсяной смеси на зеленый корм изменилась в большую сторону на 890-1342 г/м² (в контроле – 2575 г/м²), на сено – на 229-287 г/м² (в контроле – 692 г/м²). Урожайность зеленой массы многолетних трав на зеленый корм изменилась в большую сторону на 218-259 г/м² (в контроле – 482 г/м²), на сено – на 52-67 г/м² (в контроле – 124 г/м²).*

© Мажайский Ю. А., Павлов А. А., 2020 г.

Заключение. *В результате проведенных исследований рекомендовано применение гуминового препарата в дозе 150 л/га (с концентрацией 0,015 %) в почву вместе с биогумусом дозой 10 т/га перед посевом в полном объеме.*

Ключевые слова: *гуминовый препарат, биогумус, плодородие, залежные земли, грунтовые воды.*

Введение

В свете современных проблем деградации почв сельскохозяйственного назначения вследствие их длительного неиспользования и наращивания производства кормов для развития животноводства особую актуальность приобретают исследования в области освоения залежных земель с учетом локальных особенностей природной среды.

Использование гуминовых препаратов оказывает существенное влияние на качество сельскохозяйственной продукции и свойства почвы. Особого внимания заслуживают их адаптогенные свойства – гуминовые препараты повышают способность растений противостоять болезням, засухе, переувлажнению, переносить повышенные дозы солей азота в почве. Токсичные вещества в почве при взаимодействии с гуминовыми препаратами в большей части теряют биодоступность и не попадают вместе с питательными веществами в растения. Систематическое применение гуминовых препаратов оказывает влияние на водно-физические свойства почвы [1-7].

Несмотря на то, что проблема освоения залежных земель хорошо изучена, некоторые вопросы требуют уточнения, в частности, влияние локальных условий – грунтовых вод; использование в качестве дополнения к классическим агротехническим мероприятиям альтернативных способов улучшения плодородия деградированных почв путем применения удобрительных средств на органической основе, что соответствует современной тенденции биологизации земледелия. В качестве практической меры, исходя из литературных данных, авторы рекомендуют такие приемы как сидерацию или выращивание других культур, способствующих накоплению и формированию питательных веществ в почве. Для эффективного вовлечение почв в сельскохозяйственный оборот в полной мере не раскрыто влияние гуминовых препаратов и биогумуса на восстановление плодородия [8-12].

Однако анализ результатов исследований, по литературным данным, свидетельствует о необходимости индивидуального подхода к использованию гуминовых препаратов и тщательному изучению действия гуминовых препаратов на процессы комплексообразования с различными по происхождению элементами, в том числе с тяжелыми металлами. Определенного решения по использованию гуминовых препаратов нет, это относится и к условиям Рязанской области, где проведено относительно небольшое количество исследований с гуматами различного производства [13-19].

В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось определение влияния гуминового препарата в сочетании с биогумусом на плодородие залежных земель, а также на урожайность и качественный состав сена.

Методика исследований

Трехлетние исследования проведены на лизиметрической площадке УНИЦ «Агротехнопарк», расположенной в Рязанской области. Изучено применение гуминового препарата и биогумуса на фоне уровня грунтовых вод (УГВ) 1,5м. Контрольным принят вариант без применения удобрений.

Климатическая характеристика принята по данным материалов ГНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. Среднемноголетняя норма осадков с мая по сентябрь составляет 266 мм, среднемесячная температура воздуха 15,5 ºС. В период проведения опыта 2017-2019 гг. благоприятным для роста и развития растений считается первый год исследований (2017 г.), в остальной период наблюдался дефицит осадков и повышенная температура воздуха, это создавало неблагоприятные условия для формирования почвообразующих процессов и произрастания растений.

На опытном участке использовались серые лесные и дерново-подзолистые почвы. По гранулометрическому составу – среднесуглинистые и супесчаные, соответственно. Плотность сложения высокая – 1,31 и 1,2 г/см³. Пахотный горизонт имеет среднекислую и слабокислую реакцию почвенного раствора – 5,2 и 5,6 ед. Содержание органического вещества – 4,2 и 2,5 %. Содержание подвижных форм фосфора в дерново-подзолистой почве низкое – 37,6 мг/кг, в серой лесной почве среднее – 68,4 мг/кг, калия среднее – 85,8 и 116 мг/кг.

Общая площадь лизиметра 1,2 м², с загрузкой почвы от 0,9 до 1,8 м. У лизиметров имеется двойное дно, которое соединено с сосудом по регулировке уровня грунтовой воды. Повторность вариантов опыта четырехкратная.

В качестве кормовых культур были использованы смеси вико-овса (с соотношением 1:1) и клевера красного, тимофеевки луговой, ежи сборной (с соотношением 2:1:1).

В качестве удобрений использованы гуминовый препарат марки Экорост с концентрацией гумусовых и фульвокислот 50,1 г/л в виде 0,015 % рабочего раствора и биогумус в дозе внесения 10 т/га с содержанием общего азота 1-1,5 %, органического вещества – 40-45 %. Внесение осуществлялось в почву перед посевом.

Планирование эксперимента и составление схемы опыта проведено на основании результатов трех предшествующих опытов по данной тематике. При определении доз органо-минеральных удобрений были учтены опыт, изложенный в научной литературе и рекомендации производителя. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты опыта

№ п/п	Почва	Вариант
1	Дерново-подзолистая	Контроль
2		ФОН – УГВ 1,5
3		ФОН + Гуминовый препарат 130 л/га
4		ФОН + Гуминовый препарат 130 л/га + Биогумус 10,0
5		ФОН + Гуминовый препарат 150 л/га + Биогумус 10,0
6	Серая лесная	Контроль
7		ФОН – УГВ 1,5
8		ФОН + Гуминовый препарат 130 л/га
9		ФОН + Гуминовый препарат 130 л/га + Биогумус 10,0
10		ФОН + Гуминовый препарат 150 л/га + Биогумус 10,0

Опытно-исследовательская работа выполнена в соответствии с апробированными методическими указаниями по проведению полевых лизиметрических опытов. Математическая обработка данных выполнена в программном комплексе «STATISTICA».

Результаты исследований

Одним из основных элементом питания растений является азот, находящийся на 99 % в органической – недоступной для растений форме. Минерализация органического азота происходит за счет биологических процессов. Данный процесс может происходить и в обратном направлении в случае денитрификации при анаэробных условиях. Возможны потери азота при вымывании осадками, дренажными водами особенно на легких почвах, а также потери свободного газообразного азота.

По полученным данным лизиметрического опыта видно, что повышение УГВ до 1,5 м (общий фон) практически не оказало влияния на содержание нитратного азота в почве в сравнении с контрольными вариантами (табл. 2). Внесение гумата в дозе 130 г/га обеспечило увеличение содержания нитратного азота в дерново-подзолистой почве на 10%, в серой лесной почве – на 14 %. При дополнительном внесении биогумуса в дозе 10 т/га наблюдалось увеличение данного показателя в дерново-подзолистой почве на 68 %, в серой лесной на 44 %. Общий вклад биогумуса в накопление нитратного азота в дерново-подзолистой почве составил 81 % (отн), в серой лесной – 63 % (отн). Увеличение дозы гуминового препарата до 150 л/га с биогумусом в дозе 10 т/га привело к увеличению нитратного азота в дерново-подзолистой почве на 80 %, в серой лесной почве на 66 %. Общий вклад от увеличения дозы гуминового препарата на 20 л/га в накоплении азота в дерново-подзолистой почве составил 19 % (отн), в серой лесной – 32 % (отн).

Таблица 2 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см под посевами однолетних и многолетних кормовых культур, в зависимости от органо-минерального питания и УГВ, в среднем за 2017-2019 годы, мг/кг

Вар.	I декада мая	I декада июня	I декада июля	I декада августа	среднее
Дерново-подзолистая почва					
1	10,4	13,2	14,7	14,1	13,1
2	10,7	14,2	14,9	14,3	13,5
3	12,1	15,1	15,9	14,7	14,5
4	22,2	18,7	26,8	20,7	22,1
5	23,3	21,2	27,7	22,1	23,6
Серая лесная почва					
6	13,2	16,4	17,4	16,9	16,0
7	14,1	17,7	18,9	17,1	17,0
8	16,5	18,4	19,9	18,4	18,3
9	19,7	20,2	28,5	23,6	23,0
10	22,3	24,4	31,5	28,2	26,6

Полученные данные свидетельствуют о непосредственном влиянии применяемой системы удобрений на динамику минерализации нитратного азота. Влияние гуминового препарата усиливается при совместном применении с биогумусом. Увеличение темпов накопления азота, по-видимому, связано с улучшением почвенных условий, что является важным фактором развития микроорганизмов в горизонте 0-20 см. Гуминовые вещества по разным источникам активно снижают валовое содержание металлов в корнеобитаемом слое почвы, способствуя их миграции в нижележащие горизонты. Процессы нитрификации усиливались при благоприятных погодных условиях. Повышение УГВ также оказывало положительное влияние на процессы минерализации азота.

Важными элементами минерального питания растений являются фосфор и калий. Доступными для растений являются только подвижные формы. В ходе исследований изучалась динамика накопления данных форм в почвенном профиле 0-20 см, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика содержания подвижного калия и фосфора в слое почвы 0-20 см под посевами однолетних и многолетних кормовых культур, в зависимости от органо-минерального питания и УГВ, в среднем за 2017-2019 годы, мг/кг

Вариант	K_2O		P_2O_5	
	До опыта	Среднее	До опыта	Среднее
Дерново-подзолистая почва				
1	68,4	60,5	37,6	32,1
2	68,4	62,1	37,6	32,3
3	68,4	84,2	37,6	54,0
4	68,4	110,6	37,6	73,6
5	68,4	116,4	37,6	75,7
Серая лесная почва				
6	116,0	103,1	85,8	81,8
7	116,0	105,4	85,8	83,2
8	116,0	129,2	85,8	106,0
9	116,0	158,1	85,8	115,6
10	116,0	159,6	85,8	121,4

На контрольных вариантах (1,6) в дерново-подзолистой почве среднее содержание фосфора характеризовалось как низкое – 32,1 мг/кг, в серой лесной почве средней обеспеченности фосфором – 81,8 мг/кг (рисунки 1, 2).

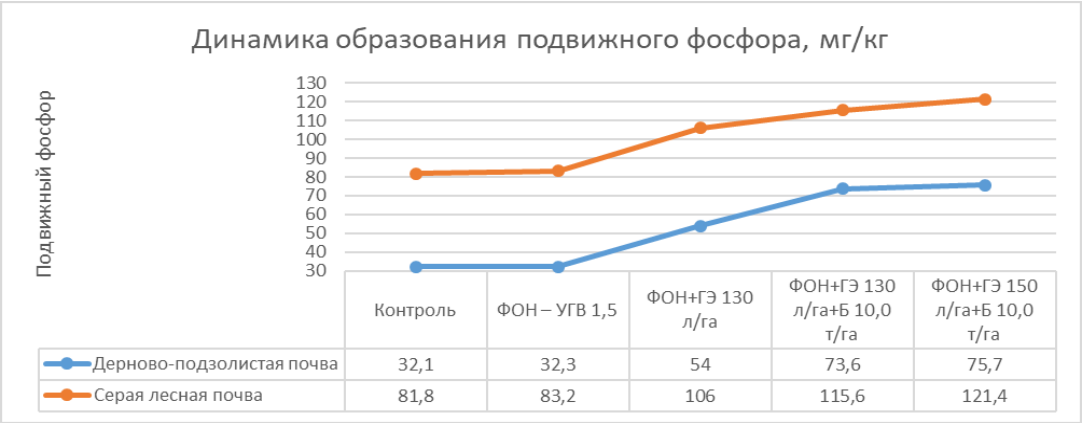


Рис. 1 – Динамика образования подвижного фосфора в среднем за три года в зависимости от удобрений, лизиметрический опыт №1, мг/кг

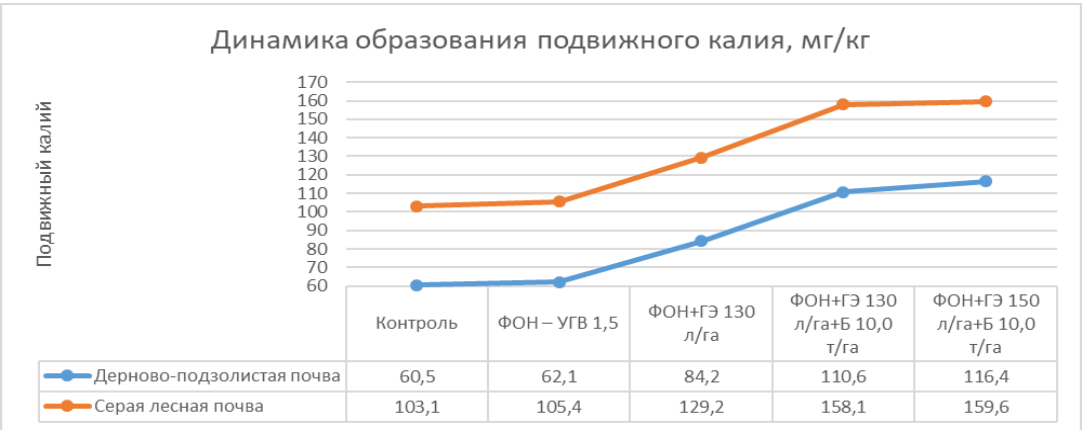


Рис. 2 – Динамика образования подвижного калия в среднем за три года в зависимости от удобрений, лизиметрический опыт №1, мг/кг

Результаты показывают, что на фоновых вариантах с повышенным УГВ до 1,5 м без применения удобрений существенных изменений содержания фосфора и калия по сравнению с контролем не наблюдалось. Применение гумата в дозе 130 л/га в чистом виде на дерново-подзолистых почвах способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в среднем на 21,9 мг/кг. Дополнительное внесение биогумуса в дозе 10 т/га дало прибавку в среднем 41,5 мг/кг. Общий вклад биогумуса составил 47 % (отн). Увеличение дозы гуминового препарата до 150 л/га с биогумусом 10 т/га привело к увеличению на 43,6 мг/кг. Общий вклад увеличения дозы гуминового препарата на 20 л/га в накоплении подвижной формы фосфора составил 5 % (отн).

Применение гуминового препарата в дозе 130 л/га в чистом виде на серых лесных почвах способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в среднем на 24,2 мг/кг. Дополнительное внесение биогумуса 10 т/га дало прибавку в среднем 33,8 мг/кг. Общий вклад биогумуса составил 28 % (отн). Увеличение дозы гуминового препарата до 150 л/га с биогумусом 10 т/га привело к увеличению на 39,6 мг/кг. Общий вклад увеличения дозы гуминового препарата на 20 л/га в накоплении подвижной формы фосфора составил 14 % (отн).

В ходе изучения динамики содержания подвижного калия в почве установлена определенная зависимость. Применение гумата в дозе 130 л/га в чистом виде на дерново-подзолистых почвах способствовало увеличению содержания подвижного калия в среднем на 23,7 мг/кг. Дополнительное внесение биогумуса 10 т/га дало прибавку в среднем 50,1 мг/кг. Общий вклад биогумуса составил 52 % (отн). Увеличение дозы гуминового препарата до 150 л/га с биогумусом 10 т/га привело к увеличению на 55,9 мг/кг. Общий вклад увеличения дозы гуминового препарата на 20 л/га в накоплении подвижной формы фосфора составил 10 % (отн).

Применение гуминового препарата в дозе 130 л/га в чистом виде на серых лесных почвах способствовало увеличению содержания подвижного калия в среднем на 26,1 мг/кг. Дополнительное внесение биогумуса 10 т/га дало прибавку в среднем 55,0 мг/кг. Общий вклад биогумуса составил 52 % (отн). Увеличение дозы гуминового препарата до 150 л/га с биогумусом 10 т/га привело к увеличению на 56,5 мг/кг. Общий вклад увеличения дозы гуминового препарата на 20 л/га в накоплении подвижной формы фосфора составил 3 % (отн).

В состав самих органо-минеральных удобрений входит фосфор и калий. Внесение данных дозировок оказало влияние на накопление этих веществ в почве. Повышение УГВ способствует формированию благоприятных условий для образования питательных веществ.

Результаты проведенного опыта подтвердили достоверность положительного влияния применяемой системы удобрений с гуминовым препаратом на урожайность культур (варианты 4-5; 9-10), данные отражены в таблице 4. Урожайность на дерново-подзолистой почве, в сравнении с контрольным вариантом, у вико-овсяной смеси на зеленый корм изменилась в большую сторону на 890-1342 г/м² (в контроле – 2575 г/м²), на сено – 229-287 г/м² (в контроле – 692 г/м²). Урожайность зеленой массы многолетних трав на зеленый корм изменилась в большую сторону – на 218-259 г/м² (в контроле – 482 г/м²), на сено – 52-67 г/м² (в контроле – 124 г/м²).

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы и сена, в среднем за 2017-2019 годы, г/м²

№ п/п	Почва	Вариант	2017-2019г.			
			Вико-овсяная смесь		Многолетние травы	
			Зеленый корм	Сено	Зеленый корм	Сено
1	Дерново-подзолистая	1	2575	692	482	124
2		2	2726	721	491	124
3		3	3010	792	594	148
4		4	3473*	921*	700*	176*
5		5	3917*	979*	741*	191*
		$НСР_{05}$	265,63	67,56	55,05	13,39
6	Серая лесная	6	3076	758	558	138
7		7	3190	788	585	145
8		8	3462	854	685	169
9		9	3995*	983*	794*	196*
10		10	4499*	1106*	859*	212*
		$НСР_{05}$	387,0	94,2	61,32	14,42

* – недостоверное значение, коэффициент значимости p>0,05

Урожайность на серой лесной почве, в сравнении с контрольным вариантом, у вико-овсяной смеси на зеленый корм изменилась в большую сторону на 919-1423 г/м² (в контроле –3076 г/м²), на сено – 225-348 г/м² (в контроле – 58 г/м²). Урожайность зеленой массы многолетних трав на

зеленый корм изменилась в большую сторону на 236-301 г/м² (в контроле – 558 г/м²), на сено – 58-74 г/м² (в контроле – 138 г/м²) (абс).

Важным критерием, характеризующим питательность корма для животноводства, обеспечивающую полноценный рацион питания, является содержание сырой клетчатки, сырого жира, сырого протеина, сырой золы, фосфора, кальция. Свойства жира очень важны в рационе питания животных, он входит в состав протоплазмы клеток, участвует в обмене веществ, росте и развитии животных. При благоприятных климатических условиях содержание сырого жира с возрастом травостоя увеличивается обычно к третьему году

По результатам исследования отмечено изменение содержания указанных питательных элементов, представленных в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав сена кормовых трав в зависимости от УГВ и органо-минеральных удобрений, массовая доля в пересчете на сухое вещество (далее с.в.), в среднем за 2017-2019 гг., %

2017-2019г.														
Почва	Вариант	Содержание с.в.	Сырая клетчатка		Сырой жир		Сырой протеин		Сырая зола		Фосфор		Кальций	
			С.в.	Отк., %	С.в.	Отк., %	С.в.	Отк., %	С.в.	Отк., %	С.в.	Отк., %	С.в.	Отк., %
Дерново-подзолистая	1	80,1	25,11	-	3,1	-	11,83	-	5,96	-	0,31	-	0,58	-
	2	80,1	25,01	-0,4	3,18	+2,6	12,41	+4,9	6,06	+1,7	0,31	0	0,59	+1,7
	3	80,1	24,53	-2,3	3,24	+4,5	13,18	+11,4	6,45	+8,2	0,32	+3,2	0,61	+5,2
	4	79,9	23,95	-4,6	3,36	+8,4	13,64	+15,3	6,77	+13,6	0,33	+6,4	0,62	+6,9
	5	81,1	23,71	-5,6	3,46	+11,6	14,21	+20,1	7,1	+19,1	0,34	+9,7	0,65	+12,1
$НСР_{05}$		0,25	0,74	-	0,14	-	0,59	-	0,23	-	0,01	-	0,009	-
Серая лесная	6	80,7	27,17	-	3,16	-	12	-	6,14	-	0,33	-	0,6	-
	7	80,3	26,97	-0,7	3,28	+3,8	12,58	+4,8	6,24	+1,6	0,33	0	0,6	0
	8	80,1	26,23	-3,5	3,34	+5,7	13,26	+10,5	6,49	+5,7	0,34	+3,0	0,62	+3,3
	9	80,4	26,21	-3,5	3,44	+8,9	13,92	+16,0	7,01	+14,2	0,36	+9,1	0,65	+8,3
	10	80,1	25,74	-5,3	3,52	+11,4	14,7	+22,5	7,97	+29,8	0,37	+12,1	0,66	+10,0
$НСР_{05}$		0,41	0,76	-	0,16	-	0,48	-	0,12	-	0,01	-	0,01	-

Наилучшее воздействие на качество кормовых трав выявлено на вариантах 5 и 10 на дерново-подзолистой и серой лесной почве, с прибавкой сырого жира на 11,4-11,6 %, сырого протеина на 20,1-22,5 %, сырой золы на 19,1-29,8 %, фосфора на 9,7-12,1 %, кальция на 10,0-12,1 %, при этом содержание сырой клетчатки снизилось по опыту на 5,3-5,6 %, что не противоречит наблюдениям Великдань Н.Т. Стоит отметить, что данная зависимость наблюдается не только при благоприятных климатических условиях; в нашем случае в 2018, 2019 засушливых годах также присутствовала динамика снижения клетчатки при увеличении урожайности растений. Установлено, что установление УГВ на высоте 1,5 м не оказало большого влияния на биохимический состав многолетних трав. При этом выявлено небольшое снижение клетчатки на 0,4-0,7 %, увеличение сырого жира на 2,6-3,8 %, сырого протеина на 4,8-4,9 %, сырой золы на 1,6-1,7 %, содержание фосфора не изменилось. При этом отмечено небольшое увеличение кальция на 1,7 % на дерново-подзолистой почве. Данные зависимости можно объяснить тем, что УГВ 1,5 м повышает питание почвенного слоя водой за счет капиллярных сил, а внесение ГЭ при данном уровне обводнения влияет на водно-физические свойства почвы путем повышения капиллярной и полевой влагоемкости. Можно предположить, что низкие дозы гуминовых удобрений способствуют повышению водопрочности агрегатов, что отражается на биологических характеристиках почвы. Дополнительно внесение биогумуса в дозе 10 т/га совместно с внесением гуминового препарата при всех дозах положительно сказывалось на качестве смеси многолетних трав. При этом кормовая продукция по исследуемым биохимическим показателям улучшалась на 5-30 %.

При применении органо-минеральных удобрений и установлении высокого УГВ, тем самым при измении условия увлажнения, повышалась агроэнергетическая эффективность применяемых приемов. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Экономическая и энергетическая эффективность при применении органо-минеральных удобрений

Вариант	Коэф. энерг. эффективности	Энерг. себест.,ГДж/т	Условно чистый доход, тыс. руб. с 1-го га	Уровень рентабельности, %
Дерново-подзолистая почва				
1	1,9	4,6	0,64	3,54
2	1,9	4,5	1,01	5,58
3	2,2	4,1	2,01	10,27
4	2,1	4,3	1,36	5,66
5	2,3	4,0	2,86	11,77
Серая лесная почва				
6	2,0	4,2	2,51	13,94
7	2,1	4,1	3,19	17,50
8	2,3	3,7	4,10	20,81
9	2,2	3,9	3,28	13,53
10	2,4	3,6	5,47	21,87

Основными экономическими показателями, определяющими эффективность, были производственные затраты, включающие в себя все затраты по технологической карте, на научный эксперимент, на уборку дополнительной продукции, полученной в ходе эксперимента; себестоимость продукции; условно чистый доход; уровень рентабельности.

Применение ГЭ и биогумуса способствовало повышению основных экономических показателей. В опыте на серой лесной и дерново-подзолистой почве применение ГЭ в дозе 150 л/га и биогумуса 10 т/га условно чистый доход увеличился на 2,22 и 2,96 тыс. рублей, а уровень рентабельности составил 11,8 и 21,9 % при контроле 3,5 и 14 %. Применение гуминового препарата с дозой 130 л/га в чистом виде способствует повышению рентабельности, составляет 10,3 и 20,81 %. При дополнительном внесение биогумуса в дозе 10 т/га уровень рентабельности снижается до 5,6 % и 13,5 %.

Расчет энергетической питательности сена, выраженной в показателях обменной энергии и кормовых единицах, рассчитывали с учетом содержания массовой доли сырой клетчатки в сухом веществе по методическим указаниям, по оценке качества и питательности кормов. При определении затрат совокупной энергии учитывали следующие статьи: трактора, машины, сельскохозяйственная техника, горюче-смазочные материалы, семена, удобрения, препараты, живой труд.

Наибольший чистый энергетический доход показал вариант с применением ГЭ в дозе 150 л/га с биогумусом в дозе 10 т/га; он составил 19,2-22,3 ГДж/га при коэффициенте энергетической эффективности 2,3-2,4, энергии себестоимости 4,0-3,6 ГДж/т, соответственно.

Заключение

Таким образом, в оптимизации плодородия залежных земель при выращивании кормовых трав представляет наибольший практический интерес сочетание гуминового препарата и биогумуса.

По результатам проведенных опытов на залежных дерново-подзолистой и серой лесной почвах установлено положительно действие органо-минеральных удобрений на урожайность и качество сена кормовых трав. Наибольшая урожайность была на варианте с использованием гуминового препарата в дозе рабочего раствора 150 л/га (0,015 %) в комплексе с биогумусом в дозе 10 т/га. При этом наблюдалось стабильное накопление нитратного азота и подвижных форм фосфора и калия в почве.

Список литературы

1. Humus forms of trembling aspen ecosystems in northeastern british columbia / J.Fons , K.Klinka , R.D. Kabzems // Forest Ecology and Management. – 1998. - № 1-3. С. 241-250. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00290-9

2. Molecular dynamics of organic matter in a tilled soil under short term wheat cultivation / Drosos M., Vinci G., Spaccini R., Piccolo A. // Soil & Tillage Research. – 2020. - № 196. – С. 448. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42288977

3. Productivity and humus status of forest soils in estonia / R.Kolli // Forest Ecology and Management. – 2002. - №1-2. – С.169-179. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00470-X

4. Биологизация земледелия в травопольном севообороте / О.А. Васильева, А.О. Васильева, А.Н. Ильин // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - № 4 (7). – С. 10-15. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37001314

5. Введение в оборот залежных земель / Е.А. Ильинов // Аграрные конференции. – 2018. - № 6 (12). – С. 42-48. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37056012

6. Изменение плодородия почвы на залежи под влиянием разных технологий создания пастбищ / А.А. Кутузова, Д.А. Алтунин, Т.В. Леонидова // Горное сельское хозяйство. – 2018. - № 4. – С. 37-39. URL: https:// elibrary.ru/item.asp?id=36640045

7. Научное обоснование освоения разновозрастных залежей под луговые угодья в Нечерноземной зоне России / Н.А. Семёнов, Н.А. Муромцев, А.Н. Снитко // Кормопроизводство. – № 3. – 2016. – С. 3-6. URL: https://elibrary.ru/item.

asp?id=25498383
8. Влияние сидерального удобрения в последействии на урожайность и качество зерна ячменя / С.И. Новоселов, А.Н. Кузьминых // Вестник Марийского государственного университета, 2018. – Том 4, № 2. – С. 42-48. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35209031
9. Восстановление гумусного состояния степных черноземов в условиях залежи / Л.В. Галактионова, А.В. Васильченков, А.А. Ануфриенко, Н.А. Терехова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. - № 9 (209). – С. 3-7. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32274012
10. Динамика показателей плодородия на залежных землях Калининградской области / О.А. Анциферова // Агрохимический вестник. – 2008. - № 2. – С. 2-3. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=12923712
11. Оптимизация параметров почвенных режимов лугов Окской поймы / Ю.А. Мажайский, Ю.А. Томин, С.В. Тазина, Ф. Икроми, А.А. Павлов // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса – 2017. - № 3 (32). – С. 3-8. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30458219
12. Основы восстановления плодородия почв целинных и залежных земель / А.В. Миронова, И.В. Лискин // Инновации в сельском хозяйстве – 2019. - № 4 (33). – С. 62-69. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41509734
13. Проблемы реставрации залежных земель в лесной зоне России / Н.А. Семёнов, А.В. Шуравилин, А.Я.И. Оливье, А.Н. Снитко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Агрономия и животноводство». – 2014. – № 3. – С. 35–41. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21989888
14. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в условиях орошения [Текст] / Т.Н. Великдань // Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий АПК: сб. науч. тр. по материалам 5 й науч. практ. конф.- СтГАУ. – Ставрополь, 2015. – С. 99. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23468397
15. Способ освоения залежных земель Нечерноземной зоны при выращивании кормовых культур / Ю.А. Мажайский, А.А. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. - № 47. – С. 138-143. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44275725
16. Geostatistical investigation of a reclaimed dumpsite soil with emphasis on aluminum / Boruvka L., Kozak J. // Soil & Tillage Research. – 2001. - № 59. – С. 115. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=606544
17. Changes in humus carbon fractions in paddy soil given different organic amendments and mineral fertilizers / Mi W., Gao Q., Liu M., Wu L., Sun Y. // Soil & Tillage Research. – 2019. - № 195. – С. 421. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42134186
18. Происхождение гумуса. Условия формирования потенциального плодородия / А.С. Востров // Наше сельское хозяйство. – 2019. - № 13 (213). -С. 85-94. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39247446
19. Рекультивация земель заросших мелколесьем / А.Н. Смирнов, Г.С. Юнусов, А.И. Волков // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. - № 21. – С. 547-552. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39250696

THE EFFECT OF A HUMIC PREPARATION ON FERTILITY OF FALLOW LAND AND YIELD OF FODDER CROPS

Mazhaysky Yuri A., *Doctor of Agricultural Science, Full Professor of the Department of Economics and Management, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, director@mntc.pro*
Pavlov Artyom A., *Aspirant of the Department of Economics and Management, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, kupoz@mail.ru*

Problem and purpose. *The purpose of the study was to determine the effect of a humic preparation in combination with biohumus on fertility of fallow land, and the yield and qualitative composition of hay.*
Methodology. *To achieve the purpose, the use of a humic preparation and biohumus was studied against the background of a groundwater level (GWL) of 1.5 m. On the experimental site, gray forest and sod-podzolic soils were used.*
Results. According to the results of the experiment, it was revealed that the dose of a humic preparation of 150 l/ha with 10 t/ha biohumus led to an increase in nitrate nitrogen in sod-podzolic soil by 80 % and in gray forest soil by 66 %. The total contribution of 20 l/ha increase in the dose of the humic preparation to the accumulation of nitrogen was 19 % (rel.) in the sod-podzolic soil and 32 % (rel.) in the gray forest soil. In the course of studying the accumulation of mobile phosphorus and calcium, it was also revealed that the use of a humic preparation had some effect on their accumulation. The results of the experiment confirmed the reliability of the positive effect of the applied fertilizer system with a humic preparation on the crop yield. In comparison with the control the yield of the vetch-oat mixture for green forage on sod-podzolic soil increased by 890-1,342 g/m² (the control - 2,575 g/m2) and that of hay by 229-287 g/m² (the control - 692 g/m²). The yield of perennial grasses for green fodder increased by 218-259 g/m² (the control - 482 g/m²) and by 52-67 g/m2 for hay (the control - 124 g/m²).
Conclusion. *As a result of the studies, it was recommended to use a humic preparation at a dose of 150 l/ha (with a concentration of 0.015 %) into the soil together with 10 t/ha biohumus before sowing in full.*
Key words: *humic preparation, biohumus, fertility, fallow land, groundwater.*

Literatura

1. Humus forms of trembling aspen ecosystems in northeastern british columbia / J.Fons , K.Klinka , R.D. Kabzems // Forest Ecology and Management. – 1998. - № 1-3. S. 241-250. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00290-9
2. Molecular dynamics of organic matter in a tilled soil under short term wheat cultivation / Drosos M., Vinci G., Spaccini R., Piccolo A. // Soil & Tillage Research. – 2020. - № 196. – S. 448. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42288977
3. Productivity and humus status of forest soils in estonia / R.Kolli // Forest Ecology and Management. – 2002. - №1-2. – S.169-179. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00470-X
4. Biologizaciya zemledeliya v travopol'nom sevooborote / O.A. Vasil'eva, A.O. Vasil'eva, A.N. Il'in // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2018. - № 4 (7). – S. 10-15. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37001314
5. Vvedenie v oborot zalezhnyh zemel' / E.A. Il'inov // Agrarnye konferencii. – 2018. - № 6 (12). – S. 42-48. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37056012
6. Izmenenie plodorodiya pochvy na zalezhi pod vliyaniem raznyh tekhnologij sozdaniya pastbishch / A.A. Kutuzova, D.A. Altunin, T.V. Leonidova // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. – 2018. - № 4. – S. 37-39. URL: https:// elibrary.ru/item.asp?id=36640045
7. Nauchnoe obosnovanie osvoeniya raznovozrastnyh zalezhej pod lugovye ugod'ya v Nechernozemnoj zone Rossii / N.A. Semyonov, N.A. Muromcev, A.N. Snitko // Kormoproizvodstvo. – № 3. – 2016. – S. 3-6. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25498383
8. Vliyanie sideral'nogo udobreniya v posledejstvii na urozhajnost' i kachestvo zerna yachmenya / S.I. Novoselov, A.N. Kuz'minyh // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018. – Tom 4, № 2. – S. 42-48. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35209031
9. Vosstanovlenie gumusnogo sostoyaniya stepnyh chernozemov v usloviyah zalezhi / L.V. Galaktionova, A.V. Vasil'chenkov, A.A. Anufrienko, N.A. Terekhova // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. - № 9 (209). – S. 3-7. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32274012
10. Dinamika pokazatelej plodorodiya na zalezhnyh zemlyah Kaliningradskoj oblasti / O.A. Anciferova // Agrohimicheskij vestnik. – 2008. - № 2. – S. 2-3. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=12923712
11. Optimizaciya parametrov pochvennyh rezhimov lugov Okskoj pojmy / YU.A. Mazhajskij, YU.A. Tomin, S.V. Tazina, F. Ikromi, A.A. Pavlov // Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa – 2017. - № 3 (32). – S. 3-8. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30458219
12. Osnovy vosstanovleniya plodorodiya pochv celinnyh i zalezhnyh zemel' / A.V. Mironova, I.V. Liskin // Innovacii v sel'skom hozyajstve – 2019. - № 4 (33). – S. 62-69. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41509734
13. Problemy restavracii zalezhnyh zemel' v lesnoj zone Rossii / N.A. Semyonov, A.V. SHuravilin, A.YA.I. Oliv'e, A.N. Snitko // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya «Agronomiya i zhivotnovodstvo». – 2014. – № 3. – S. 35–41. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21989888
14. Produktivnost' odnovidovyh i smeshannyh posevov mnogoletnih trav v usloviyah orosheniya [Tekst] / T.N. Velikdan' // Primenenie sovremennyh resursosberegayushchih innovacionnyh tekhnologij APK: sb. nauch. tr. po materialam 5 j nauch. prakt. konf.- StGAU. – Stavropol', 2015. – S. 99. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23468397
15. Sposob osvoeniya zalezhnyh zemel' Nechernozemnoj zony pri vyrashchivanii kormovyh kul'tur / YU.A. Mazhajskij, A.A. Pavlov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2020. - № 47. – S. 138-143. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44275725
16. Geostatistical investigation of a reclaimed dumpsite soil with emphasis on aluminum / Boruvka L., Kozak J. // Soil & Tillage Research. – 2001. - № 59. – S. 115. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=606544
17. Shanges in humus carbon fractions in paddy soil given different organic amendments and mineral fertilizers / Mi W., Gao Q., Liu M., Wu L., Sun Y. // Soil & Tillage Research. – 2019. - № 195. – S. 421. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42134186
18. Proiskhozhdenie gumusa. Usloviya formirovaniya potencial'nogo plodorodiya / A.S. Vostrov // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2019. - № 13 (213). -S. 85-94. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39247446
19. Rekul'tivaciya zemel' zarosshih melkoles'em / A.N. Smirnov, G.S. YUnusov, A.I. Volkov // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkcii sel'skogo hozyajstva. – 2019. - № 21. – S. 547-552. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39250696

УДК 636.082

110.36508/RSATU.2020.48.4.006

УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ ТЕЛОК, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ СКРЕЩИВАНИЯ КРАСНОЙ СТЕПНОЙ И ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОД

НИКОНОВА Елена Анатольевна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Оренбургский государственный аграрный университет, nikonovaea84@mail.ru*

КОСИЛОВ Владимир Иванович, *д-р с.-х. наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, kosilov_vi@bk.ru*

БЫСТРОВА Ирина Юрьевна, *д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой зоотехнии и биологии, ibystrova66@mail.ru*

ПРАВДИНА Елена Николаевна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, epravdina@mai.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

Проблема и цель*. Цель исследований – установить генотипические различия по убойным показателям чистопородных и помесных телок, полученных от скрещивания красной степной и голштинской пород, для более широкого использования эффекта гетерозиса в целях увеличения мясной продуктивности.*

Методология. *Для проведения исследования были сформированы 3 группы телочек по 15 голов в каждой: I – красная степная порода, II – ½ голштин х ½ красная степная,III – ¾ голштин х¼ красная степная. По результатам контрольного убоя телок были определены убойные качества и морфологический состав. Качество полученной мясной продукции устанавливали путем определения морфологического состава полутуши и расчета полученного индекса мясности, соотношения съедобных и несъедобных частей туши, выхода мякоти на 100 кг предубойной живой массы.*

Результаты. Результаты исследований показали, что вследствие проявления эффекта скрещивания помесные телки превосходили чистопородных сверстниц по массе полутуши на 10,9 кг (12,0 %, P<0,001) и 3,9 кг (4,3 %, P<0,001), тогда как помеси 2-го поколения несколько уступали помесям 1-го поколения на 7,0 кг (7,4 %, P<0,01). Неодинаковый выход мякоти у телок разных генотипов был обусловлен межгрупповыми различиями по массе полутуши. Было установлено, что помеси 1-го поколения превосходили по абсолютной массе мякоти телок красной степной породы на 9,3 кг (13,1 %, P<0,001), а также по относительной – на 0,8 %, а помесей 2-го поколения, соответственно, на 6,0 кг (8,1 %, P<0,01) и 0,5 %. В свою очередь, помеси 2-го поколения превосходили своих чистопородных сверстниц по изучаемым показателям на 3,3 кг (4,7 %, P<0,05) и 0,3 % соответственно.

Заключение. *В результате исследований было установлено положительное влияние скрещивания на убойные показатели и качество мясной продукции.*

Ключевые слова: *скотоводство; скрещивание; красная степная, голштинская породы; телки; убойные показатели; качество туши.*

Введение

Говядина является ценным продуктом питания. В этой связи необходимо периодически проводить оценку мясных качеств разводимого в том или ином регионе скота с целью дальнейшего широкого использования наиболее продуктивных генотипов [1].

Мясные качества животных еще при жизни характеризуются комплексом показателей. В то же время объективную оценку уровня мясной продуктивности и качества продукции можно дать лишь после проведения убоя [2].

Материал и методы исследования

Для проведения исследования были сформированы 3 группы телочек по 15 голов в каждой: I –красная степная порода, II – ½ голштин х ½ красная степная, III ¾ голштин х ¼ красная степная. Для того чтобы определить убойные качества и морфологический состав, в 18-месячном возрасте был проведен контрольный убой трех телок из каждой группы. При этом были определены предубойная живая масса, масса и выход парной туши, масса внутреннего жира-сырца, убойная масса и убойный выход. Качество полученной мясной продукции устанавливали путем определения морфологического состава полутуши и расчета полученного индекса мясности, соотношения съедобных и несъедобных частей туши, выхода мякоти на 100 кг предубойной живой массы.

Результаты исследований

Известно, что не все телки, полученные в хозяйстве, используются для ремонта основного стада. Если не планируется племенная продажа или организация расширенного воспроизводства, то сверхремонтные телки при организации интенсивного выращивания и откорма могут стать существенным резервом увеличения мяса – говядины [3]. Использование различного рода помесей при удачном подборе пород для скрещивания и их сочетании позволит существенно повысить уровень мясной продуктивности помесного молодняка. Об этом свидетельствуют и полученные нами экспериментальные данные (табл. 1).

© Никонова Е. А., Косилов В. И., Быстрова И. Ю., Правдина Е. Н., 2020 г.

Таблица 1– Промеры и индексы туши подопытных телок в возрасте 18 мес

Показатели	Группы					
	I		II		III	
	показатели					
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
Длина туловища, см	109,48 ± 4,12	6,12	113,34 ± 4,28	5,21	112,10 ± 4,13	4,24
Длина бедра, см	81,24 ± 1,24	3,14	83,14 ± 1,24	4,23	82,40 ± 1 ,81	3,82
Длина туши, см	190,72 ± 5,02	4,24	196,48 ± 5,44	6,18	194,50 ± 5,24	5,18
Обхват бедра, см	90,24 ± 3,10	3,88	96,02 ± 2,10	5,20	94,82 ± 2,10	3,88
Коэффициент полномясности туши (K_1),%	98,30 ± 1,94	4,10	106,28 ± 4,18	3,18	104,10 ± 3,92	4,81
Коэффициент выполненности бедра (K_2),%	115,40 ± 3,90	4,22	118,30 ± 5,23	4,18	117,13 ± 4,94	5,02

Установлено, что телки всех подопытных групп отличались хорошо выраженными мясными формами, о чем свидетельствуют промеры туши. При этом меньшей величиной линейных промеров туши характеризовались животные красной степной породы. Стоит отметить, что они уступали по длине туловища помесям с голштинами 1-го поколения на 3,86 см (3,5 %, P<0,05), а так же 2-го поколения – на 2,62 см (2,4 %, P>0,05), длине бедра – на 1,90 см (2,3 %, P>0,05) и 1,16 см (1,4 %, P>0,05), длине туши – на 5,76 см (3,0 %, P<0,05) и 3,78 см (2,0 %, P<0,05), обхвату бедра – на 5,78 см (6,4 %, P<0,001) и 4,58 см (5,1 %, P<0,05), соответственно.

Характерно, что помеси 2-го поколения по голштинам, превосходя по всем промерам туши телок красной степной породы, уступали помесным сверстницам 1-го поколения.

В ходе исследований установлено, что межгрупповые различия по промерам туши в последующем обусловили и неодинаковый уровень коэффициентов, характеризующих мясность туши.

При этом лидирующее положение по величине изучаемых показателей занимали голштинские помеси 1-го поколения, низким уровнем отличались телки красной степной породы, помеси 2-го поколения занимали промежуточное положение. Так, телки красной степной породы уступали помесям 2-го поколения по такому показателю как коэффициент полномясности туши на 7,98 % и 5,8 %, а также коэффициенту выполненности бедра – на 2,90 % и 1,73 %.

В свою очередь, помеси 1-го поколения по голштинам превосходили помесей 2-го поколения по величине изучаемого показателя соответственно на 2,18 % и 1,17 %.

Полученные в ходе исследований данные и их анализ свидетельствуют о высоком положительном влиянии скрещивания коров красной степной породы с голштинами на убойные качества помесного молодняка (табл.2).

Таблица 2 – Показатели убойных качеств телок опытных групп в возрасте 18 мес.

Показатели	Группы					
	I		II		III	
	показатели					
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
Предубойная живая масса, кг	355,41±3,24	5,11	390,82±4,89	4,23	379,88±5,02	4,99
Масса парной туши, кг	180,58±1,08	3,21	204,75±2,12	5,18	197,57±2,04	4,94
Выход парной туши, кг	50,81±0,44	1,28	25,39±0,68	1,38	52,01±0,77	1,44
Масса внутреннего жира-сырца, кг	14,61±0,28	1,28	14,54±0,78	2,21	14,78±0,90	2,26
Выход внутреннего жира-сырца, кг	4,11±0,28	1,14	3,72±0,12	1,28	3,89±0,09	1,81
Убойная масса, кг	195,19±3,88	3,92	219,29±4,94	6,11	212,35±4,82	5,20
Убойный выход, %	54,92±0,82	1,39	56,11±0,78	2,48	55,90±0,89	1,18

Однако помеси 1-го и 2-го поколений превосходили телок красной степной породы по такому показателю как предубойная живая масса соответственно на 35,41 кг (10,0 %, P<0,01) и на 24,47 кг (6,9 %, P<0,01), а помеси 2-го поколения уступали соответственно помесям 1-го поколения по величине изучаемого показателя на 10,94 кг (2,9 %, P<0,05).

Наблюдаемые межгрупповые различия по показателю предубойной живой массы обусловили неодинаковый уровень массы парной туши. При этом высокие показатели наблюдались у голштинских помесных телок 1-го поколения, а помесные телки 2-го поколения уступали им на 7,18 кг

(3,7 %, P<0,05), телки красной степной породы – на 24,14 кг (13,4 %, P<0,01). При этом помеси второго поколения превосходили чистопородных сверстниц по показателю массы парной туши на 16,99 кг (9,4 %, P<0,05).

Аналогичная закономерность наблюдалась и по выходу туши. Так, телки красной степной породы уступали помесям 1-го поколения по величине изучаемого показателя на 1,58 %, а помесям 2-го поколения – на 1,20 %. Установлено, что помеси 1-го поколения, в свою очередь, превосходили помесей 2-го поколения по выходу туши на 0,28 %.

Что касается такого показателя как абсолютная масса внутриполостного жира-сырца, то ее величина у животных разного генотипа была практически на одном уровне, а по относительной ее величине телки красной степной породы превосходили помесных сверстниц на 0,22-0,39 %.

Установлены межгрупповые различия и по такому показателю, как убойная масса. Помеси 1-го и 2-го поколения по голштинской породе превосходили своих сверстниц красной степной породы соответственно на 24,1 кг (12,3 %, P<0,01) и 17,16 кг (8,8 %, P<0,05). При этом помеси 2-го поколения уступали своим помесным сверстницам 1-го поколения по величине изучаемого показателя на 6,94 кг (3,3 %, P<0,05).

Аналогичная закономерность отмечалась и по убойному выходу. Достаточно отметить, что голштинские помеси 2-го поколения, несмотря на превосходство над телками красной степной породы по убойному выходу на 0,98 %, все же уступали помесным сверстницам 1-го поколения по этому показателю на 0,21 %. В целом же установлено, что высоким уровнем убойных качеств отличались телки всех генотипов.

Полученные в ходе проведенных исследований результаты свидетельствуют о влиянии генотипа на качество мясной продуктивности телок, что подтверждается данными, представленными в таблице 3.

Таблица 3 – Морфологический состав полутуши телок опытных групп в возрасте 18 мес.

Показатели	Группы					
	I		II		III	
	показатели					
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
Масса полутуши, кг	90,90 ± 2,18	3,14	101,80 ± 2,94	3,11	94,80 ± 3,01	3,24
Мякоть, кг	70,70 ± 0,59	2,14	80,00 ± 0,88	3,04	74,00 ± 0,92	2,94
Мякоть, %	77,80 ± 0,68	2,92	78,60 ± 0,72	2,90	78,10 ± 0,77	2,88
в т.ч. мышечная ткань, кг	57,50 ± 0,44	3,12	66,60 ± 0,91	3,93	60,90 ± 0,89	3,24
мышечная ткань, %	63,30 ± 0,89	2,88	64,50 ± 0,94	2,94	64,20 ± 0,88	3,12
в т.ч. жировая ткань, кг	13,20 ± 0,43	3,10	13,40 ± 0,38	3,23	13,10 ± 0,30	2,19
Жировая ткань, %	14,50 ± 0,49	2,94	13,20 ± 0,40	2,99	13,90 ± 0,28	2,14
Кости, кг	17,20 ± 0,51	1,28	18,30 ± 0,18	2,43	17,30 ± 0,66	2,92
Кости, %	18,90 ± 0,12	1,14	18,00 ± 0,14	2,02	18,20 ± 0,16	3,11
Хрящи и сухожилия, кг	3,00 ± 0,09	1,12	3,50 ± 0,10	1,28	3,50 ± 0,12	2,18
Хрящи и сухожилия, %	3,30 ± 0,10	2,31	3,40 ± 0,12	2,10	3,70 ± 0,11	2,94

Установлено, что вследствие проявления эффекта скрещивания помесные телки превосходили чистопородных сверстниц по таким показателям как масса полутуши соответственно на

10,9 кг (12,0 %, P<0,001) и 3,9 кг (4,3 %, P<0,001), а помеси 2-го поколения уступали помесям 1-го поколения на 7,0 кг (7,4 %, P<0,01).

Межгрупповые различия по массе полутуши обусловили также неодинаковый выход мякоти у телок разных генотипов. Лидирующее положение по данному показателю занимали помеси 1-го поколения. Установлено, что они превосходили телок красной степной породы по абсолютной массе мякоти на 9,3 кг (13,1 %, P<0,001), а относительной массе – на 0,8 %, тогда как помесей 2-го поколения, соответственно, на 6,0 кг (8,1 %,P<0,01) и 0,5 %. Помеси 2-го поколения, в свою очередь, превосходили чистопородных сверстниц по величине изучаемых показателей, соответственно, на 3,3 кг (4,7 %, P<0,05) и 0,3 %.

Аналогичная закономерность была установлена и в отношении такого показателя как мышечная ткань. При этом телки красной степной породы уступали помесным сверстницам по абсолютной ее массе на 9,1 кг (15,8 %, P<0,001) и 3,4 кг (5,4 % P<0,01), а по такому показателю как удельный вес в массе полутуши – на 2,1 % и 0,9 %, соответственно. Голштинские помеси 1-го поколения при этом превосходили помесных сверстниц 2-го поколения по величине изучаемых показателей на 5,7 кг (9,4 %, P<0,01) и 0,2 %.

Что касается такого показателя как жировая ткань полутуши, то абсолютная ее масса у телок подопытных групп была практически на одном уровне. По относительной массе отмечено преимущество телок красной степной породы, которое составляло 1,3 % и 0,6 %.

Аналогичная закономерность отмечалась и в отношении несъедобной части полутуши – костей, хрящей и сухожилий.

В целом мясная продукция телок всех генотипов отличалась достаточно высоким качеством.

Однако, судя по данным морфологического состава полутуши, скрещивание красного степного скота с голштинами способствует в целом повышению качества мясной продукции.

Известно, что качество мясной туши определяется не только ее массой, массой и выходом отдельных тканей, но и их соотношением [4,5].

Полученные в ходе исследований данные по результатам обвалки полутуши свидетельствуют о межгрупповых различиях по такому показателю как соотношение тканей и их выхода на 1 кг кости, выхода на 100 кг предубойной живой массы (табл.4).

Таблица 4 – Соотношение тканей туши телок опытных групп в возрасте 18 мес

Показатели	Группы					
	I		II		III	
	показатели					
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
Выход мякоти туши, всего	141,40 ± 1,18	3,14	160,00 ± 1,76	3,11	148,00 ± 1,84	2,94
На 1 кг костей	4,11 ± 0,10	2,18	4,37 ± 0,28	2,94	4,28 ± 0,31	2,94
На 100 кг предубойной живой массы	39,78 ± 1,94	3,18	40,94 ± 2,18	3,11	39,96 ± 2,11	3,21
На 1 кг несъедобных частей туши	3,50 ± 0,09	2,48	3,67 ± 0,11	3,91	3,56 ± 0,20	2,24
Выход мышечной ткани на 1 кг костей	3,34 ± 0,07	1,34	3,64 ± 0,10	2,94	3,52 ± 0,18	3,13
На 100 кг предубойной живой массы	32,36 ± 1,14	1,88	34,08 ±1 ,19	2,19	31,90 ± 1,20	2,44
Соотношение мышечной и жировой ткани	4,36 ± 0,82	2,14	4,97 ± 0,88	3,03	4,65 ± 0,91	3,10
Соотношение жировой и мышечной ткани	0,23 ± 0,02	1,18	0,20 ± 0,02	1,20	0,22 ± 0,02	2,15

При этом лидирующее положение по индексу мясности (выход мякоти на 1 кг костей) занимали помеси 1-го поколения. Тогда как телки красной степной породы и помеси 2-го поколения уступали им соответственно на 0,26 кг (6,3 %) и 0,09 кг (2,1 %).

Аналогичная закономерность отмечалась и по соотношению съедобных и несъедобных частей туши. Преимущество помесей 1-го поколения составляло соответственно 0,17кг (4,9 %) и 0,11 кг (3,1 %). При этом помеси 2-го поколения превосходили чистопородных сверстниц по величине анализируемых показателей на 0,17 кг (4,1%) и 0,06 кг (1,7 %).

Показатель выхода мякоти на 100 кг предубойной живой массы наибольшим был у голштинских помесей 1-го поколения, тогда как минимальной его величиной характеризовались помеси 2-го поколения, промежуточное положение занимали телки красной степной породы. В то же время следует отметить, что межгрупповые различия были не существенны по величине изучаемого признака.

Аналогичная закономерность отмечалась и по выходу мышечной ткани на 100 кг предубойной живой массы. При этом телки красной степной породы характеризовались наименьшим выходом мышечной ткани на 1 кг костей и уступали по данному показателю помесям соответственно на 0,30 кг (9,0 %) и 0,18 кг (5,4 %). Однако при этом помеси 1-го поколения превосходили помесей 2-го поколения по этому показателю на 0,12 кг (3,4 %).

Данная закономерность была установлена и по соотношению мышечной и жировой тканей в туше, тогда как по соотношению жировой и мышечной она была противоположной.

Известно, что пищевая ценность отдельных отрубов мясной туши неодинакова [6]. Полученные нами данные свидетельствуют о влиянии на выход отдельных естественно-анатомических частей полутуши генотипа (табл.5).

Закономерно, что по абсолютной массе отдельных отрубов полутуши лидировали голштинские помеси 1-го поколения; минимальной величиной отличались телки красной степной породы, и занимали промежуточное положение помеси 2-го поколения.

Таблица 5 – Соотношение естественно-анатомических частей полутуши животных опытных групп

Естественно-анатомическая часть полутуши	Группы								
	I			II			III		
	показатели								
	масса, кг.								
	$X \pm Sx$	Cv	в % к массе полутуши	$X \pm Sx$	Cv	в % к массе полутуши	$X \pm Sx$	Cv	в % к массе полутуши
Шейная	8,20±0,64	1,48	9,00	9,30±0,92	3,10	9,10	8,60±0,62	3,10	9,10
Плечелопаточная	12,50±0,94	1,19	13,8	13,80±1,94	2,81	13,60	12,80±1,02	3,08	13,50
Спиннореберная	33,30±1,16	2,90	36,6	35,50±2,40	2,92	34,90	33,20±3,12	4,10	35,00
Поясничная	6,90±0,38	3,02	7,60	8,20±0,87	1,94	8,00	7,70±0,58	2,94	8,10
Тазобедренная	30,00±1,18	2,16	33,0	35,00±2,11	3,24	34,40	32,50±2,29	3,48	34,30

Помеси характеризовались и более высокой относительной массой поясничного и тазобедренного отрубов полутуши, которые являются наиболее ценными в пищевом отношении. Следует отметить, что у помесей 1-го поколения она составляла 8,0 % и 34,4 %, 2-го поколения – 8,1 % и 34,3 %, у телок красной степной породы 7,6 % и 33,0 %, соответственно.

Качество отрубов полутуши характеризуется во многом индексом мясности (выход мякоти на 1 кг костей). Полученные данные свидетельствуют об определенных межгрупповых различиях по величине изучаемого показателя (табл. 6).

Таблица 6 – Индекс мясности естественно-анатомических частей полутуши телок опытных групп, кг

Группы	Естественно-анатомические части полутуши									
	шейная		плечелопаточная		спиннореберная		поясничная		тазобедренная	
	показатели									
	$X \pm Sx$	Cv	$X \pm Sx$	Cv	$X \pm Sx$	Cv	$X \pm Sx$	Cv	$X \pm Sx$	Cv
I	6,74 ± 0,48	2,48	2,38 ± 0,12	1,44	4,40 ± 0,81	3,12	6,88 ± 0,88	3,24	4,02 ± 0,81	3,88
II	6,82 ± 0,54	2,92	2,49 ± 0,34	1,89	4,61 ± 0,94	3,42	6,99 ± 0,91	3,83	4,24 ± 0,93	4,12
III	6,81 ± 0,48	2,84	2,50 ± 0,32	1,91	4,58 ± 0,82	3,14	6,91 ± 0,89	3,48	4,20 ± 0,81	3,91

Установлено, что максимальной величиной индекса мясности отличались поясничная и шейная естественно-анатомические части полутуши телок всех групп, минимальной – плечелопаточная; спиннореберная и тазобедренная занимали промежуточное положение.

Вследствие меньшей мясности полутуши телки красной степной породы уступали помесным телкам по индексу мясности всех отрубов. Достаточно отметить, что преимущество помесей по индексу мясности поясничной части составляло 0,11 кг (1,6 %) и 0,33кг (0,4 %), а тазогрудной части – 0,22кг (5,5 %) и 0,18 кг (4,5 %).

Заключение

Таким образом, установлено положительное влияние скрещивания на убойные показатели. При этом наибольшими показателями отличались телки второй опытной группы.

Список литературы

1.Бозымов, К.К. Технология производства продуктов животноводства/ К.К. Бозымов, Е.Г. Насамбаев, В.И. Косилов, К.Г. Есенгалиев, А.Б. Ахматалиева, А.К. Султанова // Уральск. Западно-Казахстанский аграрно-технический университет. - 2016. - Т. 1. - 399 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26045511

2.Заднепрянский, И.П. Особенности роста и развития бычков мясных, комбинированных пород и помесей / И.П. Заднепрянский, В.И. Косилов, С.С. Жаймышева, В.А Швынденков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 6 (38). - С . 105-107. URL: file:///C:/Users/doter/Downloads/izdan_izvestia_38_20130109%20(1).pdf

3. Инновационные технологии в скотоводстве/ Д.С. Вильвер, О.А. Быкова, В.И. Косилов [и др.]. Челябинск, 2017. - 196с. URL: http://min.usaca.ru/uploads/article/attachment/3572/Вильвер_А.С..pdf

4. Косилов, В.И. Мясные качества черно-пестрого и симментальского скота разных генотипов

/ В.И. Косилов, Г.Л. Заикин, Э.Ф. Муфазалов, С.И. Мироненко. Оренбург, 2006. 196 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19509031

5.Косилов, В.И Эффективность двух-трехпородного скрещивания скота / В.И. Косилов, С.И. Мироненко // Молочное и мясное скотоводство. - 2005. - №1. - С.11-12. URL: https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34139738&selid=25725190

6.Nutrient and energy digestibility in cows fed the energy supplement "felucen"/ I.V. Mironova, V.I. Kosilov, A.A. Nigmatyanov, R.R. Saifullin, O.V. Senchenko, E.R. Chalirachmanov, E.N. Chernenkov //Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Vol. 9. - No 6. P. 18-25. URL: https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9(6)/%5B3%5D.pdf

EFFECT OF ABSORPTION CROSSING ON YOUNG CATTLE CARCASS

Nikonova Elena A., *candidate of agricultural sciences, associate professor of cathedral technologies of production and processing industry, Orenburg State Agrarian University, nikonovaea84@mail.ru*

Kosilov Vladimir I., *doctor of agricultural sciences, professor Orenburg State Agrarian University, kosilov_vi@bk.ru*

Bystrova Irina Yu., *doctor of agricultural sciences, professor, Ryazan state agrotechnological University named afer P. A. Kostychev, ibystrova66@mail.ru*

Pravdina Elena N., *candidate of agricultural sciences, associate professor of cathedral animal science and biology, Ryazan state agrotechnological University named afer P. A. Kostychev, epravdina@mail.ru*

Problem and purpose. *The aim of the research is to establish genotypic differences in the slaughter parameters of purebred and crossbred heifers obtained from crossing red steppe and Holstein breeds, for a wider use of the heterosis effect in order to increase meat productivity.*

Methodology. *To conduct the study, 3 groups of heifers were formed with 15 heads each: I – red steppe breed, II – ½ Holstein x ½ red steppe, III - ¾ Holstein x ¼ red steppe. According to the results of the control slaughter of heifers, the slaughter qualities and morphological composition were determined. The quality of the obtained meat products was determined by examining the morphological composition of the half-carcass and calculating the resulting meat content index, the ratio of edible and inedible parts of the carcass, the yield of meat per 100 kg of pre-slaughter live weight.*

Results. *The results of the research showed that due to the effect of crossbreeding, crossbred heifers outnumbered purebred peers by 10.9 kg (12.0 %, P<0.001) and 3.9 kg (4.3 %, P<0.001), while crossbreeds of the 2nd generation were slightly inferior to crossbreeds of the 1st generation by 7.0 kg (7.4 %, P<0.01). The uneven yield of meat in heifers of different genotypes was due to intergroup differences in the mass of the half-carcass. It was found that hybrids of the 1st generation surpassed red steppe breed heifers by the absolute mass of meat by 9.3 kg (13.1 %, P<0.001), and relative – 0.8 %, and hybrids of the 2nd generation, respectively, 6.0 kg (8.1 percent, P<0.01) and 0.5 %. In turn, crossbreeds of the 2nd generation exceeded their purebred peers in the studied indicators by 3.3 kg (4.7 %, P<0.05) and 0.3%, respectively.*

Conclusion. *As a result of the research, a positive effect of crossbreeding on slaughter indicators and the quality of meat products was established.*

Key words: *cattle breeding; crossbreeding, red steppe, Holstein breed, heifers, slaughter indicators, carcass quality*

Literatura

1.Bozymov, K.K. Tekhnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva/ K.K. Bozymov, E.G. Nasambaev, V.I. Kosilov, K.G. Esengaliev, A.B. Ahmatalieva, A.K. Sultanova // Ural'sk. Zapadno-Kazahstanskij agrarno-tekhnicheskij universitet. - 2016. - T. 1. - 399 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26045511

2.Zadnepryanskij, I.P. Osobennosti rosta i razvitiya bychkov myasnyh, kombinirovannyh porod i pomesej / I.P. Zadnepryanskij, B.I. Kosilov, S.S. ZHajmysheva, V.A SHvyndenkov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - № 6 (38). - C . 105-107. URL: file:///C:/Users/doter/Downloads/izdan_izvestia_38_20130109%20(1).pdf

3. Innovacionnye tekhnologii v skotovodstve/ D.S. Vil'ver, O.A. Bykova, V.I. Kosilov [i dr.]. CHelyabinsk, 2017. - 196s. URL: http://min.usaca.ru/uploads/article/attachment/3572/Vil'ver_A.S..pdf

4. Kosilov, V.I. Myasnye kachestva chernopestrogo i simmental'skogo skota raznyh genotipov / V.I. Kosilov, G.L. Zaikin, E.F. Mufazalov, S.I. Mironenko. Orenburg, 2006. 196 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19509031

5.Kosilov, V.I Effektivnost' dvuh-trekhporodnogo skreshchivaniya skota / V.I. Kosilov, S.I. Mironenko // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2005. - №1. - S.11-12. URL: https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34139738&selid=25725190

6.Nutrient and energy digestibility in cows fed the energy supplement "felucen"/ I.V. Mironova, V.I. Kosilov, A.A. Nigmatyanov, R.R. Saifullin, O.V. Senchenko, E.R. Chalirachmanov, E.N. Chernenkov //Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Vol. 9. - No 6. P. 18-25. URL: https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9(6)/%5B3%5D.pdf

УДК 575.22

10.36508/RSATU.2020.48.4.007

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ПОКОЛЕНИЯМ

ПРОЖЕРИН Валентин Петрович, *д-р с.-х. наук, гл. научный сотрудник лаборатории животноводства ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН, pvp.29@mail.ru*

СЕЛЬКОВА Ия Витальевна, *зав. лабораторией иммуногенетической экспертизы ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН, selkova2458@bk.ru*

КАЛАШНИКОВ Александр Евгеньевич, *канд. биол. наук, ст. научный сотрудник лаборатории иммуногенетики ФГБУН ВНИИплем МСХ РФ, aekalashnikov@yandex.com*

Работа выполнена в рамках НИОКТР «Формирование системы рационального использования генетических ресурсов высокоценных генотипов с.-х. животных» код 0409-2019-0031 АААА-А18-118012990219-1 и АААА-А18-118110790011-6 (2018-2020 гг.).

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования являлось изучение и анализ генетической структуры потомства у быков-производителей по поколениям (периодам наблюдений). Мониторинг генетической структуры холмогорской породы крупного рогатого скота позволяет провести исследования, дающие информацию во временной шкале по частотам генотипов групп крови для холмогорской породы; осуществлено наблюдение для интервалов наблюдений.*

Методология. *Проведены исследования частот аллелей ЕАВ-локуса. Для холмогорской породы по быкам-производителям определена динамика формирования современной генетической структуры архангельской популяции. Определены частотные характеристики аллелей и анализ динамики их изменения.*

Результаты*. Исследования показали, что аллелофонд холмогорской породы сбалансирован, но отмечена динамика убыли и возрастания частот отдельных аллелей-маркеров, которые свойственны только холмогорской породе крупного рогатого скота. Наблюдалась также достаточно высокая чувствительность и специфичность тестирования. Отмечено, что степень гомозиготности в разрезе анализируемых поколений быков-производителей имеет тенденцию к снижению с 11,4 % (1-й интервал наблюдений) до 5,7 % (9-й интервал). С другой стороны, количество эффективных аллелей – к росту – с 8,8 до 17,6 %. Наибольшее генетическое расстояние имеют чистокровные быки-производители холмогорской породы первого-второго интервалов наблюдений с голштинизированными восьмого-девятого интервалов (расстояния 0,25 и 0,23; 0,27 и 0,47 соответственно). Продолжающееся дистанцирование современных быков-производителей от предыдущих поколений подтверждает проведение поглотительного скрещивания и смещение породы в сторону голштинской с течением времени и в перспективе развития.*

Заключение. *В результате работы проведена оценка генетической структуры холмогорской породы КРС Архангельской популяции и установлено, что в процессе проводимых селекционных мероприятий у быков холмогорской породы отмечается устойчивое увеличение числа аллелей, а чистопородные быки генетически дистанцируются от быков, межпородно гибридизованных с голштинской породой, в ряду поколений с течением времени. Выявлено, что наиболее генетически отдаленными являются чистопородные и голштинизированные быки-производители.*

Ключевые слова: *холмогорская порода крупного рогатого скота, голштинизированные быки-производители, аллелофонд, аллели ЕАВ-локуса групп крови, гомозиготность, генетическое сходство, генетическая дистанция.*

Введение

В современных породах селекция основана на выборе лучших (или требуемых) генотипов животных. При выборе селекционных признаков заводчик руководствуется экономической целесообразностью выбора конкретного признака, а также информацией о генетической его составляющей. Для анализа популяции животных в породе, а также генетической структуры линий (по производителям) и групп животных (по выбору селекционных признаков или/и методологий проведения селекционных мероприятий) используются способы исследования генома, такие как микросателлитный анализ, анализ SNP равномерно распределенных в качестве маркеров идентификации, а в России – традиционный иммуногенетический метод по группам крови [6].

В случае достаточной специфичности сывороток и их чистоты, а также при применении перекрестных проверок по панелям антигенов иммуногенетический метод, при своей невысокой себестоимости и методической доступности, не требующий приобретения дорогостоящего оборудования, пригоден для определения генетической

© Прожерин В. П., Селькова И. В., Калашников А. Е., 2020

структуры породы и внутрипородных групп и до сих пор используется в России в сети иммуногенетических лабораторий [2].

Использование в селекционной работе иммуногенетических аллелей локуса EAB, микросателлитных и SNP-маркеров в значительной мере ликвидирует разрыв между теоретической популяционной генетикой и практической селекцией, позволяет связать абстрактные теоретические понятия с реальными событиями, происходящими в селекционном процессе и дать им правильную трактовку [8].

Популяция сельскохозяйственных животных в породе представляет собой достаточно большую для длительного замкнутого разведения группу особей, имеющих некоторую генетическую общность и адаптированно воспроизводимых в условиях конкретной природно-хозяйственной зоны, имеющую экономический потенциал развития [3-4].

Архангельская популяция, являясь основной частью отечественной холмогорской породы, представляет научный интерес, так как она была создана на территории Холмогорского и Архангельского районов и здесь, в центре происхождения породы, сохранился ее уникальный генофонд. В настоящее время архангельская популяция племенных животных – основной поставщик генетической продукции для породы в целом в России.

В течение последнего времени селекционно-племенная работа с популяцией холмогорского скота осуществлялась при использовании иммуногенетической экспертизы и генетических маркеров качества и количества молочной продукции по генам-кандидатам [7] и генам иммунитета [5]. При воспроизводстве холмогорской породы данные генетической экспертизы используются в качестве дополнительных оценочных критериев при отборе и подборе родительских пар, контроле направленности селекционных процессов, анализе генетической структуры стад, групп животных в связи с их совершенствованием при помощи современных иммуногенетических методов [5]. Однородность и устойчивое наследование признаков продуктивности является отличительной чертой крупного рогатого скота племенных хозяйств [10]. Планирование вариантов подбора основано на ожидаемом экономическом эффекте, наследуемости селекционного признака, проявлении гетерозиса от использования неродственного быка-производителя, когда в родословных он находится в наименьшей степени родства к стаду.

Узконаправленное использование ограниченного числа быков «улучшающей» голштинской породы привело к вытеснению некоторых ранее разводимых генеалогических линий, что создает условия для сужения генетической изменчивости в подконтрольной популяции, а также утрате исходного аллелофонда быков холмогорской породы. Целью наших исследований являлось изучение и анализ генетической структуры потомства у быков-производителей по поколениям (периодам наблюдений).

Материалы и методы исследований

Информативной базой для проведения математических расчетов являлись имеющиеся данные по аллелофонду локуса EAB, полученные в Лаборатории иммуногенетической экспертизы ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН. Биологическим обьектом исследований являлись быки-производители холмогорской породы крупного рогатого скота, принадлежавшие 33 племенным хозяйствам Архангельской области (N=795). Бычки тестировались в возрасте 3-9 месяцев.

Банк данных по локусу EAB группы крови быков-производителей сформирован по поколениям – условным пятилетним периодам рождения подконтрольных животных (табл. 1).

Таблица 1 — Перечень образцов биологического материала

Поколение	Год начала периода наблюдений	Год окончание периода наблюдений	Количество образцов	Порода при регистрации
1G	1969	1974	80	Холмогорская, архангельская популяция
2G	1975	1980	74	Холмогорская, архангельская популяция
3G	1981	1985	86	Холмогорская, архангельская популяция
4G	1986	1990	136	Холмогорская, архангельская популяция
5G	1991	1995	88	Холмогорская, архангельская популяция
6G	1996	2000	77	Холмогорская, архангельская популяция
7G	2001	2005	105	Холмогорская, архангельская популяция
8G	2006	2010	82	Холмогорская, архангельская популяция
9G	2011	2015	67	Холмогорская, архангельская популяция
Итого			795	

Сравнение проводилось в 9-ти поколениях животных быков-производителей холмогорской породы крупного рогатого скота. На протяжении всего этапа исследований влияние факторов на номенклатуру и состав аллелей различалось. Постановку реакции гемолиза и семейный анализ проводили по методике П.Ф. Сорокового [12]. Уровень гетерозиготности и гомозиготности, а также предполагаемые частоты аллелей (теоретически ожидаемые) рассчитывались исходя из принципа равновесия генотипов в панмиксной популяции Харди-Вайнберга [1]:

$$p^2+2pq+q^2=1 \quad (1)$$

тогда как изучаемый ген имеет два аллельных состояния А и а. В момент времени (или в поколение) n, частота аллеля А = p_n, частота аллеля а = q_n.

Для оценки уровня генетической изменчивости применен метод расчета гетерозиготности Н [1]:

$$H=\frac{1}{n}\sum_{j}^{n} h_i \quad (2),$$

где h_i – количество гетерозигот на объем выборки, объединенное по всем исследованным аллелям.

Для анализа филогенетических расхождений внутрипородных структур применены показатели генетического сходства j и I [13]:

$$j_x=\sum x_i^2, j_y=\sum y_i^2, D=-\ln I, I=\frac{J_{XY}}{\sqrt{J_X J_Y}} \quad (3),$$

а также рассчитано генетическое расстояние между линиями (D) [13]:

$$D_X(m)=1-J_x, D_Y(m)=1-J_Y, D_{XY}(m)= \\ =1-J_{XY} \quad (4)$$

$$D_m=D_{XY}(m)-\frac{D_X(m)+D_Y(m)}{2} \quad (5)$$

Мера отношения степени кровного родства (рассчитанный уровень гомозиготности) является мерой степени редукции предков и вычислялась посредством коэффициента инбридинга. Коэффициент отношения гомозиготности C_a рассчитывается при допущении, что все пути натыкаются на общего предка двух рассматриваемых родословных и могут не проходить через другого общего предка, тогда достаточно лишь включения в данный путь одного общего предка:

$$r_{AB}=\sum_p 2^{-L(p)} \quad (6)$$

где $L_{(p)}$ является длиной пути р. Таким образом, предполагая, что две особи разделяют (имеют) одного из 32 предков n=5 поколений назад, но не имеют никаких общих предков в четырёх или меньшего числа поколений назад, их коэффициент отношения r будет вычислен следующим образом (пример):

$$r_m=2^n\cdot 2^{-2n}=2^5\cdot 2^{-10}=\frac{1}{32}=0{,}0313=3\ \% \quad (7)$$

Степень теоретической гомозиготности вычислялась по формуле $H_e=1-C_a$ (8),

где C_a – коэффициент гомозиготности:

$$C_a=\sum p_i^2 \quad (8),$$

где p_i^2 — квадратичное частот аллелей локуса. А количество эффективных аллелей [1]:

$$A_e=\frac{1}{C_a} \quad (9).$$

Эффективный размер популяции, определяющий количество эффективных аллелей, представляет собой конкретное число особей, необходимое для того, чтобы популяция эффективно размножалась, а не формальное количество индивидуумов. На величину эффективного размера популяций влияют: колебания инбридинг, число размножающихся особей, аллельные частоты и потеря гетерозиготности.

Данные статистически обрабатывались и визуализировались при помощи ПО Excel 2003 (Microsoft, США) и Calc (LibreOffice 5.3.2.2, США) в ОС Windows 7.

Результаты и обсуждение

С 80-х годов прошлого века холмогорская порода, являясь плановой для 18 регионов РФ, стала объектом поглотительного скрещивания быками-производителями голштинской породы. На сегодняшний день продолжается завоз селекционного материала улучшающей голштинской породы в Российскую Федерацию из популяций Европы и Северной Америки.

Частотные генетические характеристики и срезы применяются в определенных временных отрезках, либо периодах смены поколений животных с целью мониторинга и статистической оценки генетической структуры породы, что позволяет создавать линии животных для разведения с минимальными значениями инбридинга, максимально используя потенциал реализации генотипа в производственной среде по выбранным селекционным признакам молочной продуктивности. Сам по себе генетический мониторинг не несет полезной нагрузки и его реализация экономически эффективна лишь при применении данных об инбридинге и генетической структуре стад при выборе пар для спаривания.

Представленные утраченные аллели в данном случае могут быть использованы в качестве маркеров чистопородных холмогорских быков. Выявление животных, несущих данные аллели, может быть использовано для формирования таких выборок производителей, которые могут содержать в себе уникальные генотипы исходной аборигенной холмогорской породы, например устойчивость к заболеваниям, или свойства приспосабливаемости к производственной среде предприятий крайнего Севера.

Породный состав холмогорской породы непрерывно менялся с течением времени и смещался за счет голштинских быков (рис. 1).

Рис. 1 — Породная структура племенных хозяйств холмогорской породы.

На графике показано количество тестированных быков до и после начала процесса голштинизации, а также общее количество быков в выборке Голштинизация холмогорской породы, примененная по причине недостаточно интенсивного отбора по чистокровным холмогорским быкам, за счет непрерывного увеличения в течение поколений влияния внедряемых генотипов быков голштинской породы позволила в последнее время, при учете минимального инбридинга, поддерживать увеличение молочной продуктивности и технологические качества вымени. В сочетании с подбором быков по требуемым генотипам казеиновых генов, это привело к достижению требуемых в государственных программах развития животноводства показателей не только по увеличению производства питьевого молока, но и улучшению его качества и пригодности в виде сырья для молочно-перерабатывающей промышленности в производстве кисломолочных продуктов и сыров [7].

Результаты анализа популяции холмогорской породы показывают, что голштинизация холмогорского скота привела в настоящее время к общему увеличению разнообразия аллелей локуса EAB, связанных с голштинской породой. Ряд аллелей, присущих для холмогорской породы, сохранился и в текущей популяции гибридной породы. Быки-производители популяции холмогорской породы были получены от целенаправленных заказных спариваний. При отборе матерей быков заводчиками учитывалась собственная продуктивность коров, их линейная принадлежность, продуктивность предков, наличие хозяйственно значимых аллелей, линейных маркеров, повышенной адаптивности, экстерьер и крепость конституции, воспроизводительная способность [3-4]. Подбор быков-производителей осуществлялся с учетом их племенной ценности, продуктивности женских предков, данных по экстерьеру, воспроизводительным качествам по наличию редких аллелей породы, линейных маркеров [11].

При вычислении частот аллелей EAB-локуса групп крови у быков-производителей происходило изменение их встречаемости (рис. 2), которое, вероятно, обуславливалось изменением кровности линий вследствие голштинизации.

Нами проведен анализ количественного состава подконтрольных чистопородных и голштинизированных быков-производителей в сравнении краевых значений частот выявленных аллелей в поколениях чистопородных быков 1-го поколения и голштинизированных 9-го поколения (N=207) (рис. 2).

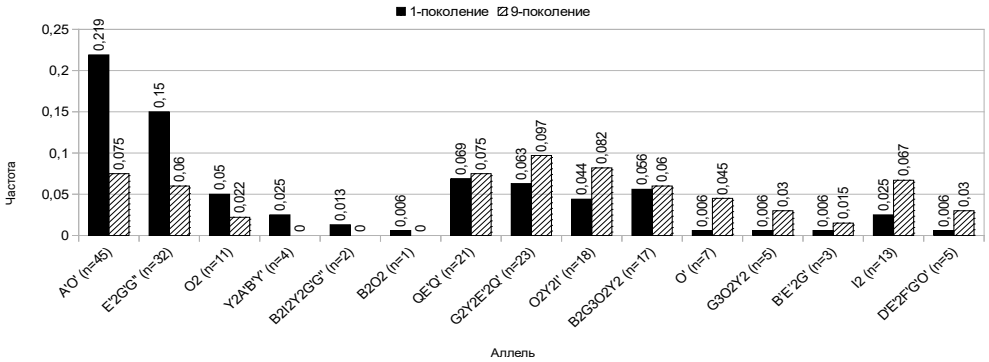


Рис. 2 – Изменение частотных характеристик аллелей в течение 9-ти поколений быков-производителей.

На рисунке показаны краевые значения частот изменившихся аллелей 1-го и 9-го поколений

В результате сравнения краевых значений частот аллелей локуса EAB выявлено, что ряд аллелей (A'O', E'2G'G'', O2, Y2A'B'Y', B2I2Y2G'G'', B2O2) был потерян в результате селекции, в то время

как другие аллели (QE'Q', G2Y2E'2Q', O2Y2I', B2G3O2Y2, O', G3O2Y2, B'E'2G', I2, D'E'2F'G'O') изменили значения частот в большую сторону. Результаты анализа краевых значений особенно ярко демонстрируют различия в генетической структуре поколений животных, указывая на активную работу при породообразовании в течение времени и формировании ядра производителей современной холмогорской породы при интенсивном отборе и активном применении быков голштинской породы в качестве источника генетического материала для межпородного скрещивания и использования гетерозиса для повышения параметров продуктивности при слабом применении отбора среди быков аборигенной холмогорской породы. Отношения частот в ряде выявленных аллелей могут измениться с увеличением размера выборки тестируемых быков, в которой они обнаружены, вследствие неравновесия, связанного с различием размеров. Для сравнения, в группах животных популяции холмогорской породы в республике Коми отмечалось сохранение преобладания аллелей холмогорской породы (A2'O', E3'G'G'') при нарастании частоты встречаемости (G2Y2E1'Q') и появление новых аллелей, характерных для голштинской породы (O1A'2J'2K'O', B2Q'G'G", E'3G'Q', B1O2B', O4Y2A2', O4D'E3'F2'G'O'G") [9].

В республике Коми исследования показали, что на начало голштинизации ведущими аллелями EAB-локуса в холмогорской породе были A2'O' (0,243), E3'G'G''(0,168) и «b» (0,137). На сегодняшний день аллель A2'O' также остается самым распространённым в породе – его частота составляет 0,181, что, однако, в 1,3 раза ниже, чем тридцать лет назад, а частота встречаемости аллелей E3'G'G''и «b» снизилась в 2,5 и 1,7 раза и составила 0,068 и 0,081 соответственно (P≤0,001). Кроме того, в исследованиях 1980 года в стадах холмогорского скота встречался аллель Y2A2'B'Y', но в более поздних наших исследованиях не было обнаружено ни одного животного с этим аллелем [9].

Установлено, что в 1-м и 2-м интервалах все быки были чистопородными холмогорскими, относящимися к 8 генеалогическим линиям и 1-й родственной группе породы. Далее исследования показывают, что количественный состав голштинизированных быков в 7-ми интервалах наблюдений со временем увеличился с 2 до 98%. При этом преимущественно получали и на Архангельском племпредприятии использовали в основном низко-кровных быков (7-50% по улучшающей породе), и одного голштинизированного быка с кровностью 82%.

Выявлено, что по генетической панели локуса EAB быки-производители холмогорской породы крупного рогатого скота были гетерогенными. Гетерогенность обусловлена неотъемлемым и нормальным свойством холмогорской породы и рассматривается как жизненно необходимое свойство породы, обуславливающее ее успешное существование и развитие, адаптивную лабильность и возможность дивергенции. Возникший полиморфизм поддерживается в дальнейшем разными механизмами: неравный кроссинговер, конверсия генов через высокую степень мутационных процессов, экстенсивная гомологичная рекомбинация в отдельных участках локуса, частотно-зависимый отбор, отбор сверхдоминирования.

По состоянию аллельных профилей и показателей уровня гомозиготности (состояние животного, при котором его гомологичные хромосомы имеют одинаковые аллели) в породе или стаде можно формировать и поддерживать генетически различающиеся между собой структурные группы. Численность таких групп определяется по правилам расчета эффективного размера популяции и, как следствие, эффективных аллелей [1]. Численность таких максимально возможных «гомозиготных» структурных групп соотносится с количеством выявленных эффективных аллелей и отражает состояние гетерозиготности по данному локусу, а по значимости приближается к категории изогенных («чистых») линий. В этих, искусственно изолируемых подбором единицах, ведется селекция на устойчивое наследование признаков. Степень гомозиготности в разрезе анализируемых поколений быков-производителей имеет тенденцию к снижению с 11,4 % (1-й интервал) до 5,7 % (9-й интервал наблюдений), а количество эффективных аллелей соответственно к росту – с 8,8 до 17,6 %. (рис. 3).

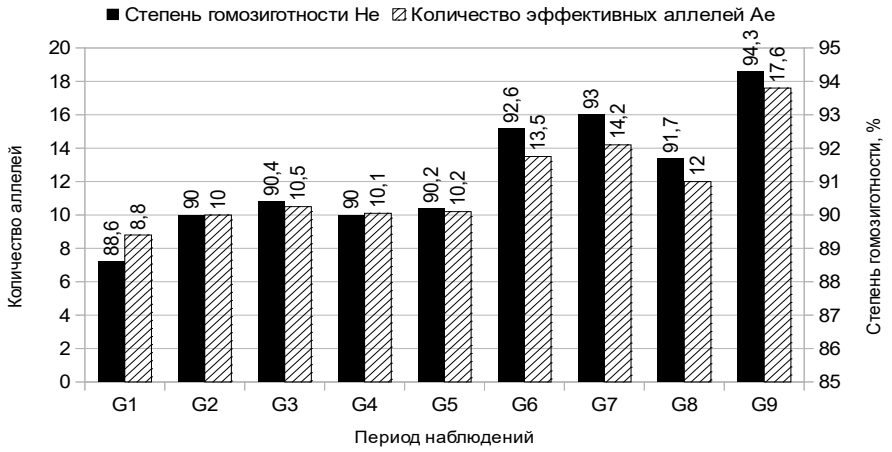


Рис. 3 — Популяционно-генетические параметры групп животных в периоды наблюдений по иммуногенетическим локусам

Одним из важных направлений генетического мониторинга породы является оценка филогенетических расхождений внутрипородных групп. Устойчивое совершенствование стад и породы в целом возможно лишь при определенном сдвиге в их генофонде. Для выявления тенденций в селекции холмогорского скота нами были рассчитаны генетическое сходство и генетическое расстояние у быков-производителей с учетом их происхождения по поколениям (табл. 2). Выше диагонали указано генетическое сходство поколений, ниже — генетическое расстояние [13].

Таблица 2 - Генетическое сходство и генетическая дистанция у быков-производителей в разрезе интервалов наблюдений

Интервал	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
G1		0,966	0,954	0,953	0,929	0,923	0,908	**0,779**	**0,762**
G2	0,025		0,948	0,942	0,936	0,943	0,896	**0,796**	**0,628**
G3	0,047	0,053		0,948	0,908	0,891	0,889	0,800	0,810
G4	0,048	0,060	0,060		0,927	0,943	0,929	0,845	0,817
G5	0,074	0,066	0,097	0,076		0,921	0,938	0,874	0,763
G6	0,08	0,059	0,115	0,059	0,082		0,930	0,814	0,798
G7	0,097	0,110	0,118	0,074	0,064	0,073		0,866	0,789
G8	**0,250**	**0,228**	0,223	0,168	0,135	0,206	0,144		0,840
G9	**0,272**	**0,465**	0,211	0,202	0,270	0,226	0,237	0,174	

По полученным результатам видно, что, как и ожидалось, наибольшее генетическое расстояние показывают чистопородные быки-производители холмогорской породы крупного рогатого скота 1-2-го интервалов наблюдений с голштинизированными производителями породы в 8-9-м интервалах (0,250-0,465). Те же группы животных показывают наименьшее генетическое сходство (0,628-0,796). Интересным фактом является то, что значительное увеличение генетических расстояний и уменьшение идентичности не были постоянны с течением поколений. Так, относительно 2-5-го, 2-6-го, 2-7-го, 5--го, 5-7-го интервалов наблюдений генетические расстояния уменьшались, а не только увеличивались. Такая же картина наблюдалась для вычисленных величин идентичности, в интервалах 2-4, 2-6, 3-8 и 3-9 она увеличивалась вопреки предполагаемой закономерности. Такие артефакты могли быть обусловлены временными трудностями в племенной работе, снижением интенсивности отбора и голштинизации, при одновременном неконтролируемом спаривании или экономически вынужденном применении быков старших поколений вместо новых голштинских зарубежной селекции.

В холмогорской породе популяции республики Коми индекс генетического сходства увеличился в два раза за последние 5 лет [9].

Проводимая селекционная работа и оценка генетической изменчивости у быков-производителей по поколениям является инструментом успешной селекции. На перспективу при работе с породой является обоснованным мероприятие по созданию новых и совершенствованию существующих заводских линий с использованием генетических маркеров. Это позволит нивелировать негативные последствия от родственных спариваний родительских пар, а также избежать нарастания уровня гомозиготности в подконтрольных стадах архангельской популяции холмогорской породы крупного рогатого скота.

Заключение

В результате работы проведена оценка генетической структуры холмогорской породы крупного рогатого скота Архангельской популяции при помощи иммуногенетического анализа лизиса аллелей локуса EAB групп крови. Исследованиями установлено, что в процессе проводимых селекционных мероприятий у быков холмогорской породы отмечается устойчивое увеличение числа аллелей, а чистопородные быки генетически дистанцируются от быков, межпородно гибридизованных с голштинской породой, в ряду поколений с течением времени. Это подтверждается как уменьшением числа уникальных для чистопородных быков аллелей, так и появлением новых аллелей, привнесенных в процессе поглотительного скрещивания, а также увеличением частоты их встречаемости. При этом выявлено, что наиболее генетически отдаленными являются чистопород-

ные и голштинизированные быки-производители.

Список литературы

1. Алтухов, Ю.П. Генетические процессы в популяциях. / Алтухов Ю.П. // М.: Наука. - 2003. - 431 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002099435/

2. Букаров, Н.Г. Генетический мониторинг – методология повышения эффективности разведения крупного рогатого скота / Букаров Н.Г., Лебедев Е.Ю., Морозов И.М., Канеев А.З. // Научные труды ВИЖ, п. Дубровицы, Московская область. - 2004. - С. 43-46. URL:: http://www.cnshb.ru/journals/2010/0506/01991663/01991663.pdf

3. Винокуров, А.Ю. Использование групп крови крупного рогатого скота при характеристике популяционно-генетических процессов. / Винокуров, А.Ю. // Молодые ученые – агропромышленному комплексу. - Ульяновск. - 2002. - С. 91-94.

4. Деева, В. С. Группы крови крупного рогатого скота и их селекционное значение. / Деева В. С., Сухова Н. О. // РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 2002. – 172 с. URL:http://www.cnshb.ru/artefact3/ia/ie1.asp?page=BO&ned=375885

5. Калашников, А.Е. Картирование генов врожденного иммунитета крупного рогатого скота отечественных пород для изучения основ формирования селекционно значимых признаков. / Калашников А.Е., Гладырь Е.А., Новиков А.А., Ялуга В.Л., Прожерин В.П., Фураева Н.С., Новак К. // Зоотехния. - 2019. - №9. - С. 2-4. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38559239

6. Калашников, А.Е. Постгеномная селекция крупного рогатого скота как необходимый этап развития успешной экономической модели в России. / Калашников А.Е., Калашникова Л.А., Ялуга В.Л., Прожерин В.П. // Главный зоотехник. - 2019. - №5. - С. 3-10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37608041

7. Калашникова, Л.А. Оценка полиморфизма комплексных генотипов CSN3, LGB, PRL, GH, LEP и молочной продуктивности у холмогорских коров. / Калашникова Л.А., Хабибрахманова Я.А., Багаль И.Е., Ялуга В.Л., Прожерин В.П. // Молочное и мясное скотоводство. - 2019. - № 2. - С. 14-17. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37304535

8. Марзанова, Л.К., Попов Н.А. Контроль за генетической изменчивостью в стадах молочных пород. / Марзанова, Л.К., Попов Н.А. // Молочное и мясное скотоводство. - 2018. - № 8. – С. 16-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36644294

9. Новиков, А.А. Влияние голштинизации скота холмогорской породы на частоты встречаемости аллелей ЕАВ-локуса групп крови. / Новиков А.А., Хрунова А.И., Рыжова Н.Г. // Сборник статей X Международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию со дня рождения Н.В. Верещагина. - 2019. - С. 136-139. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38559388

10. Прожерин, В.П. Племенная ценность холмогорского скота с учетом полиморфизма генов молочных белков. / Прожерин В.П., Ялуга В.Л., Кувакина И.В., Хуснутдинова Е.Д. // Зоотехния. - 2018. - №9. - С.7-10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36172708

11. Прожерин, В.П. Система селекционно-племенной работы с холмогорской породой крупного рогатого скота в Архангельской области на период 2014-2019. / Прожерин В.П., Ялуга В.Л., Рухлова Т.А. // Архангельск. - Соломбальская типография. - 2014. - С. 58-64.: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23357943

12. Сороковой, П.Ф. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. / Сороковой П.Ф. // Дубровицы. - 1974. – 40 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007368896

13. Nei, M. The theory og Genetic Distance and Evolution of Human races. / Nei M. // Jap Human Genetics. - 1978. - V. 23. - P. 341-369 URL : 1. 10.1007/BF01908190 PMID: 7163193, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/745300/

GENETIC VARIABILITY OF SIRE BULLS IN THE ARKHANGELSK POPULATION OF THE KHOLMOGORY BREED WHEN OBSERVED OVER GENERATIONS

Prozherin Valentin, *Habil. Dr., senior research chief, Laboratory of Animal Husbandry, Archangelsk Institute of Agricultural Sciences UB RAS*

Selkova Iya, *head of Laboratory of Immunogenetics, Archangelsk Institute of Agricultural Sciences UB RAS*

Kalashnikov Alexander, *Ph.D., senior research officer, Laboratory of Immunogenetics, All-Ruussian Reseach Institute of Animal Breeding, Ministry of Agriculture Russian Federation*

Problems and purpose of investigation. *The purpose of this research was to study and analyze the genetic structure of the bulls offspring of stud bulls by generations (observation periods). Monitoring of the genetic structure of Kholmogorskaya breed made it possible to carry out studies that provide information on the time scale on the frequencies of genotypes of blood groups for Kholmogorskaya breed. The checkup of the observation intervals was carried out.*

Methodology. *The studies of the allele frequencies of the EAB-locus were carried out. For Kholmogorskaya breed stud bulls, the dynamics of formation of the modern genetic structure of the Arkhangelsk population was determined. The frequency characteristics of the alleles and the analysis of the dynamics of their change were determined.*

Results. *Studies showed that the allele pool of Kholmogorskaya breed was balanced, but the dynamics of the decrease and increase in the frequencies of individual marker alleles, which were characteristic only of Kholmogorskaya breed of cattle, were noted, and a sufficiently high sensitivity and specifics of testing were*

observed. It was noted that the degree of homozygosity in the context of the analyzed generations of stud bulls tended to decrease from 11.4 % (1st observation interval) to 5.7 % (9th interval). On the other hand, the number of effective alleles increased from 8.8 to 17.6 %. The maximal genetic distance was in purebred stud bulls of Kholmogorskaya breed of the first and second observation intervals with Holsteinized bulls of the eighth to ninth generation intervals (distances 0.25 and 0.23; 0.27 and 0.47, respectively). The continuing distancing of modern stud bulls from previous generations confirmed accumulation cross breeding and the shift of the breed towards Holstein over time and in the future.

Conclusion. *As a result of the work, the assessment of the genetic structure of Kholmogorskaya breed of the Arkhangelsk population was carried out and it was found that in the process of breeding activities in the bulls of Kholmogorskaya breed there was a steady increase in the number of alleles, and purebred bulls genetically distance themselves from bulls interbreed hybridized with Holstein breed in a number of generations over time. It was revealed that the most genetically distant animals were purebred and Holsteinized stud bulls.*

Key words: *Kholmogorskaya breed, Holsteinized stud bulls, allele pool, alleles of the EAB locus blood groups, homozygosity, genetic similarity, genetic distance*

Literatura

1.Altuhov, YU.P. Geneticheskie processy v populyaciyah. / Altuhov YU.P. // M.: Nauka. - 2003. - 431 s. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002099435/

2.Bukarov, N.G. Geneticheskij monitoring – metodologiya povysheniya effektivnosti razvedeniya krupnogo rogatogo skota / Bukarov N.G., Lebedev E.YU., Morozov I.M., Kaneev A.Z. // Nauchnye trudy VIZH, p. Dubrovicy, Moskovskaya oblast'. - 2004. - S. 43-46. URL:: http://www.cnshb.ru/journals/2010/0506/01991663/01991663.pdf

3.Vinokurov, A.YU. Ispol'zovanie grupp krovi krupnogo rogatogo skota pri harakteristike populyacionno-geneticheskih processov. / Vinokurov, A.YU. // Molodye uchenye – agropromyshlennomu kompleksu. - Ul'yanovsk. - 2002. - S. 91-94.

4.Deeva, V. S. Gruppy krovi krupnogo rogatogo skota i ih selekcionnoe znachenie. / Deeva V. S., Suhova N. O. // RASKHN. Sib. otd-nie. SibNIPTIZH. – Novosibirsk, 2002. – 172 s. URL:http://www.cnshb.ru/artefact3/ia/ie1.asp?page=BO&ned=375885

5.Kalashnikov, A.E. Kartirovanie genov vrozhdennogo immuniteta krupnogo rogatogo skota otechestvennyh porod dlya izucheniya osnov formirovaniya selekcionno znachimyh priznakov. / Kalashnikov A.E., Gladyr' E.A., Novikov A.A., YAluga V.L., Prozherin V.P., Furaeva N.S., Novak K. // Zootekhniya. - 2019. - №9. - S. 2-4. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38559239

6.Kalashnikov, A.E. Postgenomnaya selekciya krupnogo rogatogo skota kak neobhodimyj etap razvitiya uspeshnoj ekonomicheskoj modeli v Rossii. / Kalashnikov A.E., Kalashnikova L.A., YAluga V.L., Prozherin V.P. // Glavnyj zootekhnik. - 2019. - №5. - S. 3-10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37608041

7.Kalashnikova, L.A. Ocenka polimorfizma kompleksnyh genotipov CSN3, LGB, PRL, GH, LEP i molochnoj produktivnosti u holmogorskih korov. / Kalashnikova L.A., Habibrahmanova YA.A., Bagal' I.E., YAluga V.L., Prozherin V.P. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2019. - № 2. - S. 14-17. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37304535

8.Marzanova, L.K., Popov N.A. Kontrol' za geneticheskoj izmenchivost'yu v stadah molochnyh porod. / Marzanova, L.K., Popov N.A. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2018. - № 8. – S. 16-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36644294

9.Novikov, A.A. Vliyanie golshtinizacii skota holmogorskoj porody na chastoty vstrechaemosti allelej EAV-lokusa grupp krovi. / Novikov A.A., Hrunova A.I., Ryzhova N.G. // Sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 180-letiyu so dnya rozhdeniya N.V. Vereshchagina. - 2019. - S. 136-139. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38559388

10.Prozherin, V.P. Plemennaya cennost' holmogorskogo skota s uchetom polimorfizma genov molochnyh belkov. / Prozherin V.P., YAluga V.L., Kuvakina I.V., Husnutdinova E.D. // Zootekhniya. - 2018. - №9. - S.7-10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36172708

11.Prozherin, V.P. Sistema selekcionno-plemennoj raboty s holmogorskoj porodoj krupnogo rogatogo skota v Arhangel'skoj oblasti na period 2014-2019. / Prozherin V.P., YAluga V.L., Ruhlova T.A. // Arhangel'sk. - Solombal'skaya tipografiya. - 2014. - S. 58-64.: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23357943

12.Sorokovoj, P.F. Metodicheskie rekomendacii po issledovaniyu i ispol'zovaniyu grupp krovi v selekcii krupnogo rogatogo skota. / Sorokovoj P.F. // Dubrovicy. - 1974. – 40 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007368896

13.Nei, M. The theory og Genetic Distance and Evolution of Human races. / Nei M. // Jap Human Genetics. - 1978. - V. 23. - P. 341-369 URL : 1. 10.1007/BF01908190 PMID: 7163193, https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/745300/

УДК 638.17 110.36508/RSATU.2020.48.4.008

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА А В МОНОФЛЕРНОЙ ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКЕ

РЕПЬЕВА Лариса Анатольевна, *младший научный сотрудник направления химико-биологических исследований продуктов пчеловодства, ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», repeva72@bk.ru*

Проблема и цель. *В статье представлены результаты влияния различных температурных режимов хранения на содержание витамина А в образцах монофлерной пыльцевой обножки. Целью исследования было сравнительное изучение влияния температурных режимов на содержание витамина А в образцах монофлерной пыльцевой обножки.*

Методология. *Для проведения эксперимента были использованы образцы пыльцевой обножки, собранные на пасеках Рязанской области. Заготовленные, высушенные образцы поместили на хранение в течение 3, 6 и 12 месяцев при разных температурных режимах (+18ºС, +5ºС и -18ºС).По истечении каждого срока хранения образцы были исследованы на содержание витамина А. Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства».Определение содержания витамина А выполнено согласно ГОСТ 34253-2017 Продукты пчеловодства. Метод определения витамина А.*

Результаты. *В результате исследования было подтверждено, что при хранении наблюдается снижение содержания витамина А во всех пяти образцах монофлерной пыльцевой обножки. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшее содержание витамина А принадлежит образцам, которые хранились при температуре -18ºС; оно составило в среднем 85,2+4,1% от первоначального значения. Разброс значений витамина А зависел от ботанического происхождения образцов. Так, в образце №3 (Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg) наблюдалось наибольшее количество витамина А, тогда как у образца №4 (Синяк обыкновенный Echium vulgare.) этот показатель минимальный из показателей всех представленных образцов.*

Заключение. *Полученные результаты свидетельствуют о том, что хранение пыльцевой обножки в условиях отрицательных температур способствует наибольшему сохранению витамина А. Видовая принадлежность пыльцевой обножки является определяющим фактором ее химического состава и активности биологических свойств.*

Ключевые слова: *витамин А, пыльцевая обножка, ботаническое происхождение, температурные режимы, условия хранения.*

Введение

Современные исследования по пчеловодству и апитерапии неопровержимо доказывают, что продукты пчеловодства имеют множество полезных свойств. При этом эффективность их использования определяется не столько назначенным продуктом пчеловодства, сколько его конкретным образцом, имеющим свою специфику характеристики химического состава и биологически активных свойств. Одним из основных биологически активных продуктов пчеловодства является пыльцевая обножка. Благодаря своим лечебным и питательным свойствам она имеет большое значение для развития пчелиной семьи и для здоровья человека [1,2]. Пыльцевая обножка широко используется в фармакологии, ветеринарии, косметической промышленности и апитерапии. Она представляет собой продукт растительного и животного происхождения. Пчелы собирают пыльцу ротовыми органами, увлажняют ее нектаром или медом, а затем обрабатывают секретом своих челюстных желез. Обработанную биологически активными веществами пыльцевую обножку помещают в виде комочков в «корзиночки», которые находятся на третьей паре ножек у пчел. В сотовых ячейках, предварительно обработанных прополисом, пчелы укладывают комочки пыльцевой обножки [3,4].

Теоретические основы изучения витамина А в пыльцевой обножке

Трудно переоценить важность пыльцевой обножки для нормальной жизнедеятельности пчелиной семьи. Для своего роста и развития пчелы нуждаются не только в углеводах, источником которых является мед, но и в белках, жирах, минеральных веществах и витаминах. По литературным данным, химический состав пыльцевой обножки очень различен, так как зависит от целого ряда факторов: различных климатических и географических зон; вида растений, посещаемых пчелами; места и времени сбора; сроков хранения и др. В составе пыльцевой обножки обнаружено более 250 веществ, необходимых для полноценного развития живого организма – растительный белок, аминокислоты, углеводы, минеральные соединения, нуклеиновые кислоты и др. [5]. Пыльцевая обножка содержит в себе множество витаминов, в том числе и витамин А. Витамин А – жирорастворимый витамин, который является одним из важнейших сильнодействующих антиоксидантов (противодействующим оксидации клеток свободными радикалами). Важен для зрения, неврологии, здоровья кожных покровов и многих других, важных для иммунной системы, функций. Первый витамин – витамин А (Ретинол) был открыт учеными в 1920 году [3]. Существуют несколько вита-

© Репьева Л. А., 2020 г.

минов группы А, которые являются производными β-ионона. Это витамины A_1 (ретинол R=CH_2OH, ретиналь R=CHO, ретиноевая кислота R=COOH) [4]. Химическая формула витамина А (ретинола) представлена на рисунке 1.

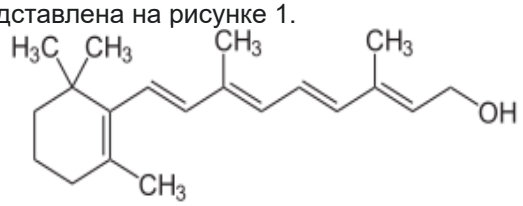


Рис.1 – Формула витамина А (ретинол)

Витамин А содержится в таких продуктах пчеловодства, как нативное маточное молочко, гомогенат трутневого расплода и воск (пасечный, производственный, экстракционный). Но в отличие от пыльцевой обножки содержание массовой доли витамина А в вышеназванных продуктах минимальное [6,7]. Содержание витамина А в продуктах пчеловодства приведено в таблице 1.

Благодаря наличию в своем составе множества эффективно действующих компонентов пчелиная обножка используется не только как пищевая добавка, но и в лечебной практике. Чтобы получить максимальную выраженность эффектов от ее применения, важно знать ее видовую принадлежность, которая определяет особенности ее химического состава [8]. По мнению некоторых авторов, при хранении пыльцы в течение года она теряет 75 % своей питательной ценности, а после двух лет теряет ее полностью. Другие авторы считают, что пыльцу можно хранить гораздо дольше. Это послужило толчком к исследованию изменений в составе пыльцевой обножки при ее хранении в различных условиях. Установлено, что преимущественно изменения затрагивают белки, аминокислоты и витамины [9,10]. В лаборатории ФГБНУ «НИИ пчеловодства» были проведены исследования по влиянию температурных режимов хранения (+18 ºС, +5 ºС, -18 ºС) на содержание витамина А в монофлерной пыльцевой обножке.

Объекты и методы

Объектом исследования послужили образцы пыльцевой обножки, которые были собраны в 2019 году в условиях пасек Рязанской области. Заготовленные образцы были доставлены в лабораторию ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», где были высушены в сушильном шкафу с принудительной вентиляцией при температуре не выше плюс 42 ºС, до остаточной влажности 8-10 %. Высушенные образцы были рассортированы по цветовой гамме и идентифицированы по видовой принадлежности. Принадлежность к тому или иному виду растений определяли методом приготовленных препаратов пыльцы и сравнением пыльцевых зерен в поле зрения микроскопа с атласом медоносных растений согласно ГОСТ 31769-2012 Мед. Метод определения частоты встречающихся зерен. В результате проделанной работы были идентифицированы образцы пыльцевой обножки следующего ботанического происхождения: образец №1 – Вишня обыкновенная Cerasus vulgaris Mill, образец №2 – Ива козья (бредина) Salix caprea L., образец №3 – Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg, образец №4 – Синяк обыкновенный Echium vulgare и образец №5 – Клевер гибридный (розовый) Trifolium hubridum L. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Содержание массовой доли витамина А в продуктах пчеловодства, МЕ/гр.

Продукт пчеловодства	M+m	Пределы колебаний
Пыльцевая обножка	213,56+106,28	26,4-523,0
Воск пасечный	5,12+0,96	1,33-20,83
Воск производственный	14,4+3,74	2,83-35,16
Воск экстракционный	12,66+1,2	11,17-17,47
Маточное молочко нативное	0,51+0,03	0,45-0,57
Гомогенат трутневого расплода	0,75+0,81	0,44-0,92

Таблица 2 – Ботаническое происхождение пчелиной обножки

Номер образца	Вид растения	Наличие пыльцевых зерен, %
1	Вишня обыкновенная Cerasus vulgaris Mill	**70**
	сем. Ивовые	20
	Неопределенные виды	10
2	Ива козья (бредина) Salix caprea L.,	**90**
	Неопределенные виды	10
3	Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg	**95**
	Неопределенные виды	5

Продолжение таблицы 2

4	Синяк обыкновенный Echium vulgare	**86,5**
	Василек синий Centaurea cyamus L.	11
	сем. Сложноцветные	2
	Неопределенные виды	0,5
5	Клевер гибридный (розовый) Trifolium hubridum L.	**62**
	Пиретрум щитковый	13,4
	Ежа сборная	8
	Неопределенные виды	16,6

Полученные образцы монофлерной пыльцевой обножки были исследованы на соответствие показателям ГОСТ 28887-2019. Пыльцевая обножка. Технические условия. Все пять образцов по органолептическим и физико-химическим показателям (табл. 3) отвечали требованиям данного государственного стандарта

Таблица 3 – Физико-химические показатели в образцах пыльцевой обножки

Наименование показателя	Характеристика и норма	Номер образца пыльцевой обножки				
		1	2	3	4	5
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Массовая доля влаги, %	От 8 до 10	7,82	8,79	8,63	7,81	8,33
Концентрация водородных ионов (pH) 2%-го водного раствора пыльцы, не менее	4,3-5,3	4,7	5,0	4,9	5,1	4,8
Массовая доля сырого протеина, %, не менее	21,0	25,6	27,3	24,7	24,8	27,5
Массовая доля сырой золы, %, не более	4,0	3,38	3,49	3,47	3,54	3,27
Массовая доля минеральных примесей, %, не более	0,6	0,44	0,16	0,37	0,35	0,39
Массовая доля флавоноидных соединений, %, не менее	2,5	3,5	5,6	22,3	3,6	12,7
Показатель окисляемости, с, не более	23,0	0,9	1,4	1,6	0,7	0,8

Пыльцевая обножка медоносных пчел может служить для человека и животных источником витамина А (ретинолом). Поэтому важно найти оптимальный температурный режим хранения пыльцевой обножки, где содержание витамина А остается максимальным. Результаты исследования влияния температуры +18 ºС на содержание витамина А в пыльцевой обножке в течение определенного периода времени представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Изменение содержания витамина А в пыльцевой обножке (хранение при температуре +18 ºС, образцы 2019г.), МЕ/г

Номер образца	Содержание вит.А в исходных свежесобран. образцах (МЕ/гр)	Содержание вит.А (МЕ/г)					
		3 мес.	% от исх.*	6 мес.	% от исх.	12 мес.	% от исх.
1	38,8+2,5	28,0+1,1	82,8	22,8+ 1,4	67,4	16,7+ 0,9	49,4
2	62,0+1,2	45,2+2,6	72,9	39,2+ 2,6	63,2	24,1+ 1,2	38,8
3	523,0+3,2	429,6+1,7	82,1	371,2+1,9	70,9	314,8+ 2,1	60,9
4	26,4+3,3	12,4+1,4	46,9	10,4+ 1,2	39,4	0	0
5	417,6+5,6	294,0+5,6	70,4	244,8+ 7,6	58,6	208,3+ 2,9	49,8
* – снижение содержания витамина А от исходного значения показателя							

Из результатов, представленных в таблице 4, видно, что наибольшее содержание витамина А в образце под номером 3 (Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg), а наименьшее – в образце № 4 (Синяк обыкновенный Echium vulgare), и оно снижается в процессе хранения при данной температуре. Содержание витамина А у всех пяти образцов через 1 месяц хранения составило в среднем 71,0+6,5 % от начального значения, пределы колебаний – 46,9-82,8 %. Через 6 месяцев данный показатель снизился в пяти образцах в среднем до 59,9+5,5 % (пределы колебаний 39,4-70,9 %) и после 12 месяцев содержание витамина А снизилось в среднем во всех представленных образцах до 39,8+10,5 % (пределы колебаний 0-60,9 %). После 12 месяцев хранения при температуре +18 ºС из представленных образцов наибольшее содержание витамина А по отношению к первоначальному значению оказалось у образца №3 (Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg); у образца №4 (Синяк обыкновенный Echium vulgare.) этот показатель свелся к нулю. Результаты исследования влияния температуры +6 ºС на содержание витамина А в пыльцевой обножке при различных сроках хранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Изменение содержания витамина А в пыльцевой обножке (хранение при +6 ºС, образцы 2019г.), МЕ/г

Номер образца	Содержание вит.А в исходных свежесобран. образцах (МЕ/гр)	Содержание вит.А (МЕ/г)					
		3 мес.	% от исх.*	6 мес.	% от исх.	12 мес.	% от исх.
1	38,8+2,5	30,0+ 1,2	77,3	25,6+ 2,3	65,9	20,4+ 0,66	52,6
2	62,0+1,2	55,2+ 2,1	89,0	40,8+ 1,0	65,8	31,7+ 0,6	51.1
3	523,0+3,2	456,0+ 3,2	87,1	426,0+ 3,5	81,4	388,3+ 9,0	74,2
4	26,4+3,3	15,8+ 1,3	59,8	12,8+ 0,1	48,4	0	0
5	417,6+5,6	326,6+6,3	78,2	256,8+ 9,0	61,5	247,2+ 3,9	59,2
* – снижение содержания витамина А от исходного значения показателя							

На основании результатов, представленных в таблице 5, можно отметить, что содержание витамина А также снижается в процессе хранения при данном температурном режиме. Содержание витамина А у всех пяти образцов через 1 месяц хранения составило в среднем 78,2+5,1 % от начального значения, пределы колебаний (59,8-89,0%). Через 6 месяцев данный показатель снизился в пяти образцах в среднем до 64,6+5,2 % (пределы колебаний 48,4-81,4%) и после 12 месяцев содержание витамина А снизилось в среднем во всех представленных образцах до 46,5+6,10,5 % (пределы колебаний 0-74,2%). После 12 месяцев хранения при температуре +6 ºС наибольшее содержание витамина А по отношению к начальному значению у образца №3 (Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg); у образца №4 (Синяк обыкновенный Echium vulgare.) этот показатель свелся к нулю. Результаты исследования влияния температуры -18 ºС на содержание витамина А в пыльцевой обножке при различных сроках хранения представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Изменение содержания витамина А в пыльцевой обножке (хранение при - 18ºС образцы 2019г.), МЕ/г

Номер образца	Содержание вит.А в исходных свежесобран. образцах (МЕ/гр)	Содержание вит.А (МЕ/г)					
		3 мес.	% от исх.*	6 мес.	% от исх.	12 мес.	% от исх.
1	38,8+2,5	33,6 +1,4	86,5	28,4+ 1,5	62,8	23.6+ 2,3	60,8
2	62,0+1,2	57,6 +2,7	92,9	42,8+ 1,3	69,0	36.8+ 0,7	59,3
3	523,0+3,2	474,0 +1,7	90,6	441,0+2,4	84,3	418.6+ 3,1	80,0
4	26,4+3,3	18,3 +0,9	69,3	14,4+ 0,4	54,5	0	0
5	417,6+5,6	362,8 +5,5	86,8	272,4+3,0	65,2	247,2+ 6,1	59,2
* – снижение содержания витамина А от исходного значения показателя							

Из результатов, представленных в таблице 6, видно что содержание витамина А снижается в процессе хранения. Содержание витамина А в у всех пяти образцов через 1 месяц хранения составило в среднем 85,2+4,1 % от начального значения, пределы колебаний (69,3-92,9%). Через 6 месяцев данный показатель снизился в пяти образцах в среднем до 67,1+4,9 % (пределы колебаний 54,5-84,3 %) и после 12 месяцев содержание витамина А снизилось в среднем во всех представленных образцах до 51,8+13,4 % (пределы колебаний 0-74,2 %). После 12 месяцев при

температуре хранения +18 ºС из представленных образцов наибольшее содержание витамина А по отношению к первоначальным данным оказалось у образца №3 (Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg); у образца №4 (Синяк обыкновенный Echium vulgare.) этот показатель свелся к нулю.

Выводы

При хранении наблюдается снижение содержания витамина А во всех пяти образцах монофлерной пыльцевой обножки. При температурном режиме хранения +18 ºС в течение 12 месяцев этот показатель в среднем составил 39,8+10,5 %. Оптимальное значение содержания витамина А при хранении в течение 12 месяцев принадлежит температурному режиму -18ºС, где по истечении 12 месяцев хранения в среднем показатель витамина А составил 51,8+13,4% от исходного. Полученные результаты свидетельствуют о том, что хранение пыльцевой обножки в условиях отрицательных температур способствует наибольшему сохранению в ней витамина А. Разброс значений витамина А зависит от ботанического происхождения монофлерной пыльцевой обножки. В образце №3 (Одуванчик лекарственный Taraxacum officinale Wigg) наблюдалось наибольшее количество витамина А, тогда как у образца №4 (Синяк обыкновенный Echium vulgare.) этот показатель минимальный из всех представленных образцов. Видовая принадлежность пыльцевой обножки является определяющим фактором ее химического состава и активности биологических свойств.

Список литературы

1. Орлов, Б. Н. Цветочная пыльца-обножка-перга / Б. Н. Орлов, В. Г. Егоршин - Н. Новгород: Изд. Ю.А. Николаев, 2009. – 176 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20216816

2. Мишанин, Ю. Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья / Ю. Ф. Мишанин. – СПб.: «Лань», 2020. – 720 с. [Электронный ресурс]. URL: http: https://e.lanbook.com/reader/book/139248/#2 (дата обращения: 01.09.2020)

3. What is the future of Bee-Pollen? / aria Graça R. Campos, Christian Frigerio, Joana Lopesand, Stefan Bogdanov // Journal of ApiProduct & ApiMedical Science. - 2010. - Vol. 2 (4). - P. 131-144. DOI: 10.3896/IBKA.4.02.4.01.

4. Шарафитдинов Р. Ю. Пыльцевая обножка - один из ресурсов развития пчеловодства в Башкортостане/ Р. Ю. Шарафитдинов, А. М. Ишемгулов // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 2. - С. 55-56. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15101766

5. Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen / Carlos B. Fuenmayor, Carlos D. Zuluaga, Consuelo M. Diaz // Rev.MVZ Cordoba . - 2014. - Vol. 19 (1). - P. 4003-4014. DOI: 10.21897/rmv7120

6. Будникова, Н. В., Витамин А в продуктах пчеловодства / Н. В. Будникова, Л. В. Репникова, Л. А. Бурмистрова // Пчеловодство. – № 7 - 2017. - С. 49-48. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=3075420

7. Оценка витаминной обеспеченности населения крупного административно-хозяйственного центра Западной Сибири / Е.А. Вильмс, Д. В. Турчанинов, Т. А. Юнацкая, И. А. Сохошко // Гигиена и санитария. -2017. -№ 96 (3). - С. 277-280. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28868352

8. Relationship between botanical origin and antioxidants vitamins of bee-collected pollen / K.C. L. S. Oliveira, M. Moriya, R. A. B. Azedo. // Química Nova. - 2009. - Vol. 32 (5). - P. 1099-1102. DOI: 10.1590/30100 – 40422009000500003

9. Pollen amino acids and flower specialisation in solitary bees / C. N. Weiner, A. Hilpert, M. Werner // Apidologie. - 2010. - Vol. 41. - P. 476-487. DOI: 10.1051/apido/2009083

10. Осинцева, Л.А. Сибирская пчелиная обножка – биологический ресурс антиоксидантов. Факторы определяющие их содержание/ Л.А. Осинцева// Инновации и продовольственная безопасность. - №4 (18). - С. 72 – 84.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32319096

11. Rebiai A., Lanez T. Chemical composition and antioxidant activity of Apis Mellifera bee pollen from Northwest Algeria // Journal Fundament Appl. Sci. - 2012. - Vol. 4 (2). - P. 26-35. DOI: 10.4314/jfas.v4i2.5

12. Honeybee-collected pollen from Transylvania: palynological origin, phenolic content and antioxidant activity/R. Margaoan, L. A. Marghitaș, D. Dezmirean // Bulletin UASVM & Veterinary Medicine Cluj-Napoc. Animal Sci Biotechnol. - 2013. - Vol. 70 (2). - P. 311 – 31. DOI: 10.13140/RG.2.1.3648.5605

13. Определение содержания флавоноидов в монофлёрных образцах пчелиной обножки / О.С Половецка, А. А. Шапортова, О. А. Левина, Н. А. Сибиряна // Научный альманах. - 2016. - № 3-3 (17). - С. 395-400. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25965367

14. Lopes J., Bogdanov S. What is the future of Bee-Pollen? // Journal of ApiProduct and ApiMedical Science.- 2010. - Vol. 2(4). – P. 131-144. DOI: 10.3896/IBRA.4.02.4.01

15. Knazovicka V., Vlková E., Svejstil R. Pollen can - testing of bee pollen fermentation in model conditions // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. – 2018 - Vol. 8 (2). – P. 805-811. DOI:

10.15414 /jmbfs.2018.8.2.

16. P. Haščík P., Pavelková A., Bobko M. The effect of bee pollen in chicken diet // Journal World's Poultry Science. – 2017. – Vol.73(3). – P. 1 – 7. DOI: 10.1017/S0043933917000435

17. Мишунина, А.Д., Сулиангалеева Г.Р., Чернышенко Ю.Н. Определение содержания витаминов в пыльце-обножке/ А.Д. Мишунина ,Г.Р. Сулиангалеева , Ю.Н.Чернышенко // Достижения химии в агропромышленном комплексе: материалы III Всероссийской молодежной конференции-школы с международным участием, посвященной 75-летию академика АН РБ И.Б. Абдрахманова (30 мая - 1 июня 2017 г.) - Уфа: Башкирский ГАУ, 2017. - 236 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=299284415

18. Черненков Е. Н. Исследование витаминного состава пыльцы-обножки с целью разработки продуктов функционального назначения / Е. Н.

Черненков // Пища. Экология. Качество: Труды XIII международной научно-практической конфе ГАУ, 2016. - 402-405 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26071378

EFFECT OF TEMPERATURE STORAGE ON THE CONTENT OF VITAMIN A IN MONOFLORAL POLLEN POLLEN

Repieva Larisa A. *Junior researcher in the field of chemical and biological research of bee products, e-mail: repeva72@bk.ru, FGBNU " FSC of beekeeping»*

Problem and purpose. *The article presents the results of the influence of different temperature storage conditions on the content of vitamin A in samples of monofloral pollen load. The purpose of the study was to compare the effect of temperature conditions on the content of vitamin A in samples of monofloral pollen load.*
Methodology. *For the experiment, samples of pollen load collected in apiaries of Ryazan region were used. The prepared, dried samples were stored for 3, 6 and 12 months at different temperature conditions (+18º C, +5º C and -18º C). At the end of each storage period, the samples were tested for vitamin A content. The study took place in the research laboratory of Federal State Budgetary Research Center of Beekeeping. Vitamin A content was determined in accordance with GOST 34253-2017 Bee products. Method for determining vitamin A.*
Results. *As a result of the study, it was confirmed that when storage, there was a decrease in the content of vitamin A in all five samples of monofloral pollen load. The results showed that the highest content of vitamin A belonged to the samples that were stored at a temperature of -18° C and averaged 85.2+4.1 % of the original value. The variation in vitamin A values depended on the botanical origin of the samples. For example, sample 3 (Dandelion Taraxacum officinale Wigg) had the highest amount of vitamin A, while sample 4 (viper's bugloss, Echium vulgare) had the lowest amount of all the samples.*
Conclusion. *The results obtained indicate that the storage of pollen load in conditions of negative temperatures contributes to the greatest preservation of vitamin A. The botanical origin of pollen load is a determining factor in its chemical composition and activity of biological properties.*

Key words: *vitamin A, pollen load, botanical origin, temperature conditions, storage conditions.*

iteratura

1. Orlov, B. N. Flower pollen-obnozhka-Perga / B. N. Orlov, V. G. Egorshin-N. Novgorod: Publishing house of Yu. a. Nikolaev, 2009. - 176 p. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20216816

2. Mishanin Y. F. Biotechnology of rational processing of raw animal material / YF mishanin. - SPb.: "LAN", 2020. - 720 p. [Electronic resource]. URL: http: https://e.lanbook.com/reader/book/139248/#2 (date accessed: 01.09.2020)

3. What is the future of Bee-Pollen? / aria Graça R. Campos, Christian Frigerio, Joana Lopesand, Stefan Bogdanov // Journal of ApiProduct & ApiMedical Science. - 2010. - Vol. 2 (4). - P. 131-144. DOI: 10.3896 / IBKA.4.02.4.01.

4. Sharafitdinov R. Yu., Ishemgulov a.m. Pollen crop-one of the resources for the development of beekeeping in Bashkortostan // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2010. - no. 2. - P. 55-56. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15101766

5. Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen / Carlos B. Fuenmayor, Carlos D. Zuluaga, Consuelo M. Diaz // Rev.MVZ Cordoba . - 2014. - Vol. 19 (1). - P. 4003-4014. DOI: 10.21897/rmv7120

6. Budnikova, N. V., Vitamin A in bee products / N. V. Budnikova, L. V. Repnikova, L. A. Burmistrova / / beekeeping. – No. 7 - 2017. - S. 49-48. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=3075420

7. Assessment of vitamin security of the population of a large administrative and economic center of Western Siberia / E. A. Wilms, D. V. Turchaninov, T. A. Yunatskaya, I. A. Sokhoshko / / Hygiene and sanitation. -2017. -№ 96 (3). - Pp. 277-280. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28868352

8. Relationship between botanical origin and antioxidant vitamins of bee-collected pollen / K. C. L. S. Oliveira, M. Moriya, R. A. B. Azedo. / / Química Nova. - 2009. - Vol. 32 (5). - P. 1099-1102. DOI: 10.1590/30100 – 40422009000500003

9. Pollen amino acids and flower specialisation in solitary bees / C. N. Weiner, A. Hilpert, M. Werner // Apidologie. - 2010. - Vol. 41. - P. 476-487. DOI: 10.1051/apido/2009083

10. L. A. Osintseva, the Siberian bee pollen – the biological resource of antioxidants. The factors that determine their contents // Innovation and food security. - No. 4 (18). - P. 72-84.
URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32319096

11. Rebiai A., Lanez T. Chemical composition and antioxidant activity of Apis Mellifera bee pollen from Northwest Algeria / / Journal Foundation Appl. Sci. - 2012. - Vol. 4 (2). - P. 26-35. DOI: 10.4314/jfas. v4i2. 5

12. Honeybee-collected pollen from Transylvania: palynological origin, phenolic content and antioxidant activity / R. Margaoan, L. A. Marghitaș, D. Dezmirean // Bulletin UASVM & Veterinary Medicine Cluj-Napoc. Animal Sci Biotechnol. - 2013. - Vol. 70 (2). - P. 311 – 31. DOI: 10.13140/RG.2.1.3648.5605

13. Determination of flavonoid content in monofleral samples of bee stalk / O. S. Polovetska, A. A. Shaportova, O. A. Levina, N. A. Sibiryana / / Scientific almanac. - 2016. - № 3-3 (17). - Pp. 395-400. URL:

https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25965367

14. Lopes J., Bogdanov S. What is the future of Bee-Pollen? // Journal of ApiProduct and ApiMedical Science.- 2010. - Vol. 2(4). - P. 131-144. DOI: 10.3896/IBRA. 4. 02. 4. 01

15. Knazovicka V., Vlková E., Svejstil R. Pollen can - testing of bee pollen fermentation in model conditions // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. – 2018 - Vol. 8 (2). – P. 805-811. DOI:

10.15414 /jmbfs. 2018. 8. 2.

16. P. Haščík P., Pavelková A., Bobko M. The effect of bee pollen in chicken diet // Journal World's Poultry Science. - 2017. - Vol. 73(3). - P. 1-7. DOI: 10.1017/S0043933917000435

17. Mishunina A. D., Alyangula G. R., Chernyshenko Y. N. Definition of vitamins in the pollen-the pollen / Achievements of chemistry in agriculture: materials of III all-Russia youth conference-school with the international participation, devoted to the 75 anniversary of the academician of the Academy of Sciences of Belarus I. B. Abdrakhmanov (may 30 - June 1, 2017) - Ufa: Bashkir state agrarian UNIVERSITY, 2017. - 236 p. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=299284415

18. Chernenkov E. N. Study of the vitamin composition of pollen-obnozhki in order to develop functional products / E. N. Chernenkov / / Food. Ecology. Quality: Proceedings of the XIII international scientific and practical conference of GAU, 2016. - 402-405 p. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26071378

УДК 636.4.082.452

10.36508/RSATU.2020.48.4.009

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНЕЙ

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

ОБУХОВА Анастасия Вячеславна, *аспирант 2 года обучения кафедры морфологии, акушерства и терапии, nasty_obu@mail.ru*

КИРИЛЛОВ Николай Кириллович, *д-р вет. наук, профессор, профессор кафедры морфологии, акушерства и терапии, nik.kkirillov@yandex.ru*

ТИХОНОВ Анатолий Сергеевич, *д-р философских наук, профессор кафедры общеобразовательных дисциплин, tihonov.an.s@yandex.ru*

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

Цель работы – *реализация репродуктивных качеств свиноматок и продуктивности поросят активизацией неспецифической резистентности организма пробиотическими препаратами.*

Методология. *Для проведения научно-исследовательской работы сформировали по 3 группы тяжелосупоросных свиноматок и новорожденных поросят породы крупная белая, по 10 животных в каждой группе. С целью стимуляции биоресурсного потенциала организма животных применяли пробиотические препараты A_2 (первая опытная группа) и Иммунофлор (вторая опытная группа).*

Результаты. *Применение супоросным свиноматкам пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор двукратно, в начале супоросности и за две недели до опороса, из расчета 0,25 кг и 0,08 кг на 1 тонну корма соответственно, обеспечивает нормальное внутриутробное развитие плодов, здоровье и сохранность поросят-сосунов, повышая количество жизнеспособных поросят в помете на 7,2 и 10,3 % и крупноплодность на 11,4 и 3,6 %, а также улучшает на 9,3 и 10,3 % ($P<0,05$) молочность свиноматок. Назначение пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор поросятам в течение 21 дня из расчета соответственно 0,25 кг и 0,005 кг на 1 тонну корма способствовало снижению заболеваемости. В период выращивания в группах заболеваемость составила 60,0; 20,0; и 10,0 % соответственно. Выздоровление у поросят опытных групп наступало раньше на 1,4 и 4,0 суток, чем в контроле. К завершению периода выращивания живая масса поросят опытных групп оказалась выше на 11,5 и 13,8 кг, нежели в контроле.*

Заключение. *Назначение супоросным свиноматкам и новорожденным поросятам пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор предупреждает заболеваемость и способствует реализации репродуктивного и продуктивного потенциала организма.*

Ключевые слова: *свиноматки, поросята, пробиотические препараты A_2 и Иммунофлор, репродуктивные и продуктивные качества, биоресурсный потенциал, сохранность.*

© Семенов В. Г., Обухова А. В., Кириллов Н. К., Тихонов А. С., 2020 г.

Введение

На современном этапе в Российской Федерации среди всех отраслей животноводства свиноводство занимает одно из лидирующих положений. Обеспечение населения страны биологически полноценной, экологически безопасной и конкурентоспособной мясной продукцией собственного производства остается и на сегодняшний день одной из главных задач аграрной индустрии [1].

Как отмечают многие исследователи, сегодня важно найти средства, альтернативные антибактериальным препаратам для обеспечения здоровья свиней, реализации репродуктивного и продуктивного потенциала маток, повышения клинико-физиологического статуса новорожденных поросят и защитных сил их организма. Поэтому актуален поиск способов замены антибактериальных средств в животноводстве, одним из которых является применение пробиотических препаратов. Пробиотические препараты – это биомасса бактерий в вегетативной или споровой формах с ярко выраженной антагонистической активностью в отношении условно-патогенной и патогенной микрофлоры; препараты наиболее эффективно противостоят чужеродным микробам и способствуют развитию полезных видов кишечного микробиоценоза, повышая усвояемость питательных веществ кормов [2-9].

Учитывая, что в настоящее время ветеринарный фармацевтический рынок предлагает производству широкий спектр фармакологических средств, в том числе и пробиотиков, их правильный выбор и применение в условиях индустриальных технологий зависит от бактериального фона конкретного предприятия, наличия в рационах кормления свиней биологически активных ингредиентов, запланированных ветеринарно-гигиенических мероприятий, которые влияют непосредственно на процессы пищеварения в организме животрых [10-19].

Цель работы – реализация репродуктивных качеств свиноматок и продуктивности поросят посредством активизации резистентности организма пробиотическими препаратами.

Материалы и методы

Настоящая научно-исследовательская работа проведена в условиях свинотоварной фермы общества с ограниченной ответственностью «Красное Сормово» Красноармейского района Чувашской Республики. Обработка материалов осуществлялась на базе выпускающей кафедры морфологии, акушерства и терапии ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Для проведения научно-исследовательской работы сформировали 3 группы тяжелосупоросных свиноматок породы крупная белая, соблюдая методику формирования по принципу пар-аналогов, по 10 животных в каждой группе. Таким же образом подбирали группы новорожденных поросят. Для стимуляции биоресурсного потенциала применяли пробиотические препараты A_2 (первая опытная группа) и Иммунофлор (вторая опытная группа), разработанные ООО «Нова» и ООО «ПК КросФарм» соответственно. A_2 – пробиотический препарат, предназначен для поддержания и нормализации желудочно-кишечной микрофлоры у продуктивных животных, повышения естественной резистентности организма, для предупреждения развития микотоксикозов и дисбактериозов, восстановления иммунитета после вакцинации, улучшения конверсии корма, снижения стрессов, для нормализации микробного баланса в пищеварительном тракте после антибиотикотерапии, стимуляции роста, повышения сохранности и продуктивности, выращивания здорового молодняка. В состав препарата включены новые штаммы бактерий, обладающие антагонистической активностью к патогенным микроорганизмам групп *L. monocytogenes, E. coli, St. aureus, Sal. Typhi;* наиболее высокой устойчивостью к антибактериальным препаратам тетрациклинового и стрептомицинового ряда, а также к другим антибиотикам; ферментативной активностью: ксиланазной, амилазной и особенно протеазной. Кроме того, этот препарат включает в себя споровую массу бактерий B. *Lichenoformis* (штамм ВКМ B-2713D) – не менее 2×10^9 КОЕ/г и B. *Subtilis* (штамм ВКМ B-2711D) – не менее 2×10^9 КОЕ/г, лиофильно высушенных, а в качестве наполнителя препарат содержит молочный сахар либо сухую молочную сыворотку и отруби. Генно-инженерно-модифицированные организмы в нем отсутствуют.

Иммунофлор – пробиотический препарат, предназначенный для сбалансирования рационов и их обогащения с целью поддержания и восстановления положительной микрофлоры гастроинтестинального тракта, а также для повышения иммунитета, стимуляции роста и развития сельскохозяйственных животных и птиц. В состав пробиотика входит лиофильно высушенная биомасса бактерий *Bifidobacterium globosum, Enterococcus faecium, B. subtilis, B. licheniformis, Saccharomyces cerevisia* с общей концентрацией 1×10^9 КОЕ/г.

Таблица 1 – Состав пробиотического препарата Иммунофлор на 1 г препарата

Основные компоненты	Дополнительные компоненты
Bacillus subtilis 1×10^9*КОЕ/г*	Лактоза – 10%
Bacillus licheniformis 1×10^9*КОЕ/г*	Хитозан – 0,5%
Bifidobacterium globosum 1×10^9*КОЕ/г*	
Enterococcus faecium 1×10^9*КОЕ/г*	
Saccharomyces cerevisiae 1×10^9*КОЕ/г*	Наполнитель (мальтодекстрин) до 100%

Схема проведения научно-хозяйственного опыта представлена на рис. 1.

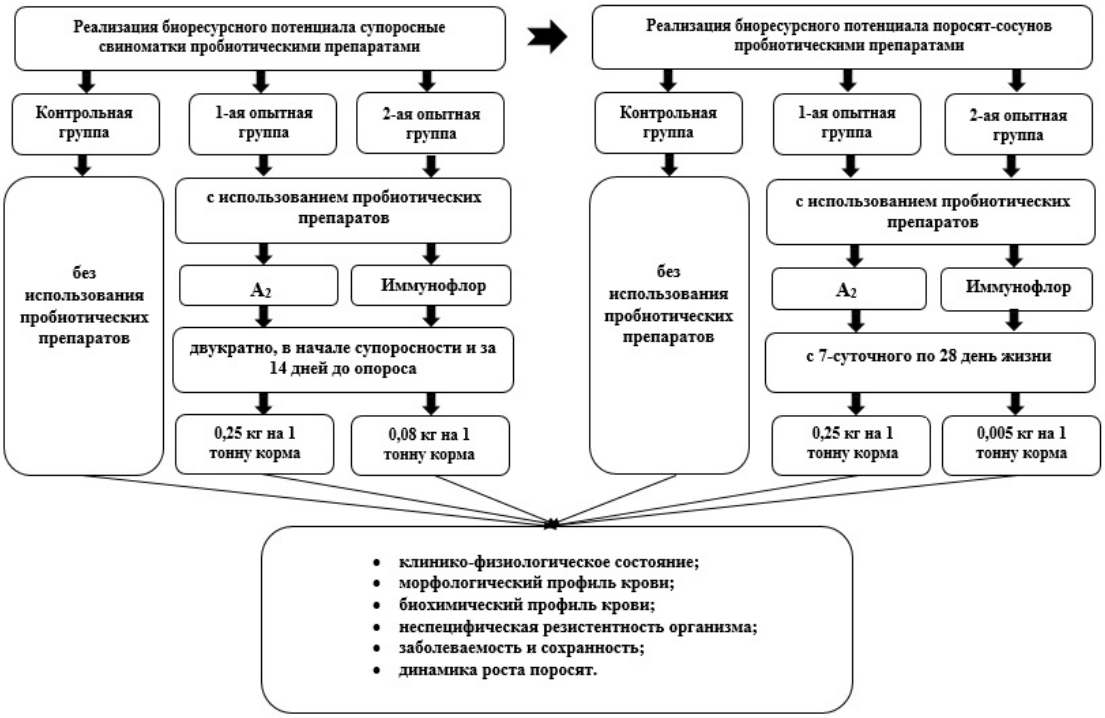


Рис. 1 – Схема проведения опыта

Результаты

Основные показатели микроклимата в помещениях для содержания супоросных свиноматок, опоросившихся маток, поросят-сосунов и молодняка во все сроки научного эксперимнета оказались в пределах принятых зоогигиенических норм, то есть не повлияли на физиологическое состояние организма.

Использование пробиотических препаратов в рационах не повлияло на клинико-физиологическое состояние свиноматок и поросят.

Основные показатели репродуктивных качеств свиноматок приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Репродуктивные качества свиноматок

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Опоросилось свиноматок, гол	10	10	10
Получено поросят			
всего	98	107	110
на 1 свиноматку	9,8 ± 0,24	10,7 ± 0,41	11,0 ± 0,32
В том числе поросят			
живых	9,6 ± 0,17	10,4 ± 0,31*	10,8 ± 0,22*
мертворожденных	0,4 ± 0,27	0,3 ± 0,21	0,2 ± 0,12
Молочность, кг	47,8 ± 1,51	52,4 ± 1,21*	52,9 ± 1,02*
Крупноплодность, кг	1,05 ± 0,07	1,17 ± 0,10	1,09 ± 0,08

* – P<0,05

Под воздействием пробиотических препаратов от супоросных свиноматок первой и второй опытных групп получено жизнеспособных поросят на 7,2 и 10,3 % больше по сравнению с таковым в контроле, но выявленная разница оказалась недостоверной (P>0,05). Следует отметить, что на фоне применения пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор от маток первой и второй опытных групп получено в 1,4 и 2,1 раза меньше мертворожденных поросят, нежели в контроле. Апробированные нами впервые пробиотические препараты повышали молочность маток на 4,2 и 4,7 кг, а крупноплодность – на 11,4 и 3,6 % соответственно. Эти данные приведены в табл. 2.

Таким образом, пробиотические препараты A_2 и Иммунофлор способствовали наиболее полной реализации биоресурсного потенциала репродуктивных качеств свиноматок за счет нормализации метаболизма в их организме.

На фоне иммунокоррекции у свиноматок опытных групп установлено улучшение гемопоэза. Так, количество эритроцитов в крови свиноматок пер-

вой и второй опытных групп через 3-5 суток после опороса оказалось выше на 7,9 и 11,6 % (P<0,05), уровень гемоглобина – на 5,8 и 9,2 % и количество белых кровяных клеток – на 4,8 и 3,3 % соответственно, нежели в контроле (табл. 3).

Таблица 3 – Гематологические показатели свиноматок

№	Группа животных	Показатель		
		эритроциты, $x10^{12}$/л	гемоглобин, г/л	лейкоциты, $x10^{9}$/л
1	Контрольная	5,39±0,17	97±2,05	11,2±0,22
2	1-ая опытная	5,81±0,25	105±1,25*	11,7±0,28
3	2-ая опытная	6,01±0,21*	108±1,84*	11,6±0,35

* – P<0,05

Фагоцитарная активность лейкоцитов и лизоцимная активность плазмы крови свиноматок первой и второй опытных групп были выше, чем в контроле, на протяжении всего периода научного эксперимента. Так, к примеру, через 3-5 суток после опороса фагоцитарная активность лейкоцитов указанных опытных групп оказалась выше на 8,5 и 9,7 %, а лизоцимная активность плазмы крови – на 3,2 и 5,8 %, по сравнению с таковыми в контроле (рис. 2-4).

Бактерицидная активность сыворотки крови животных как контрольной, так и опытных групп неуклонно повышалась от начала опыта к его завершению и через 3-5 суток после опороса достигла пика: 52,8±1,52 %, 58,8±1,28 и 59,3±1,24 % соответственно (рис. 5). Следовательно, бактерицидная активность сыворотки крови была на 6,1 и 6,6 % выше в опытных группах (P<0,05), по сравнению с контрольными данными. Результаты этих исследований позволяют заключить, что на фоне применения пробиотических препаратов бактерицидная активность сыворотки крови возрастала достоверно по отношению к контролю.

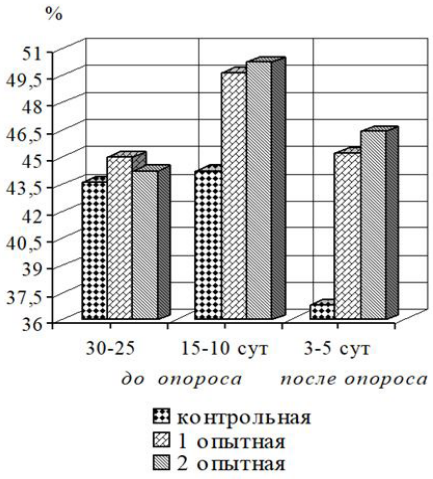


Рис. 2 – Фагоцитарная активность

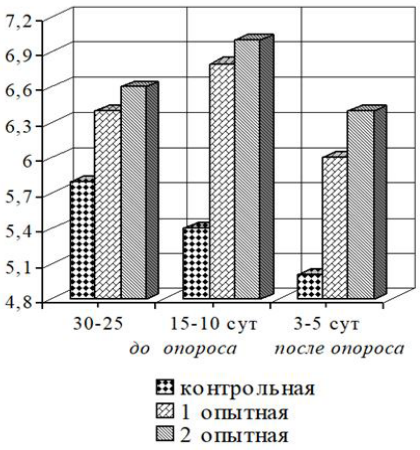


Рис. 3 – Фагоцитарный индекс

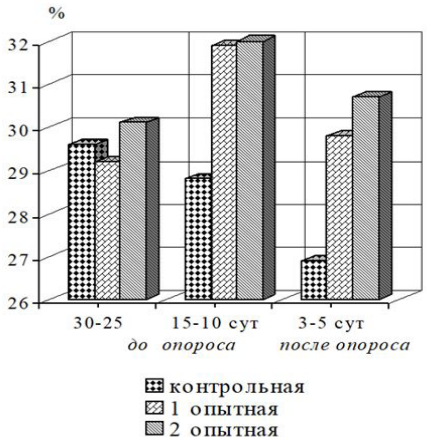


Рис. 4 – Лизоцимная активность

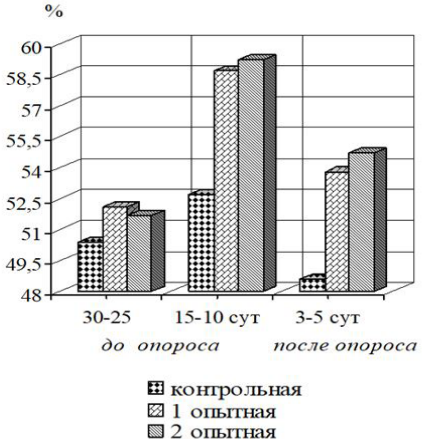


Рис. 5 – Бактерицидная активность

Результаты иммунобиологических исследований свидетельствуют о том, что использование пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор у свиноматок опытных групп повышает их репродуктивный потенциал, активизируя клеточные и гуморальные факторы неспецифической устойчивости организма при более выраженном эффекте пробиотического препарата Иммунофлор.

Динамика среднесуточного прироста и живой массы молодняка приведена на рисунках 6 и 7.

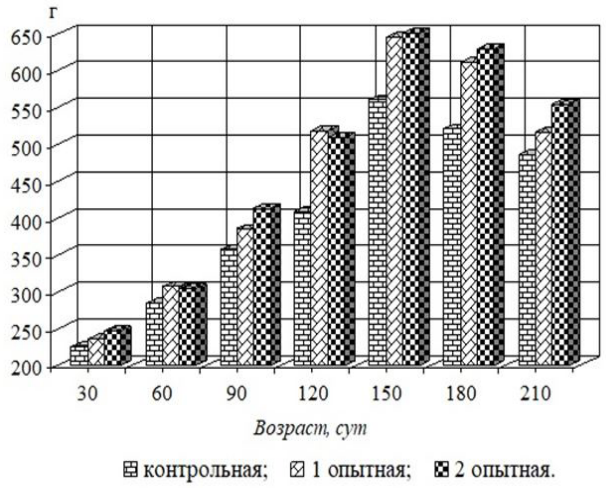


Рис. 6 – Динамика среднесуточного прироста молодняка

Живая масса поросят подопытных групп в первые сутки после рождения не имела значимой разницы, однако в дальнейшем на фоне использования пробиотических препаратов она была выше у молодняка первой и второй опытных групп по сравнению с контролем. К примеру, на 210-е сутки исследований молодняк первой и второй опытных групп превосходил по указанному показателю роста сверстников в контроле на 11,5 и 13,8 кг.

Данные ветеринарно-статистической отчетности по заболеваемости и сохранности молодняка свиней приведены в табл.4.

Рис. 7 – Динамика живой массы поросят

В период выращивания в контрольной группе зафиксировано 6 случаев заболеваний поросят, в первой опытной группе – 2 и во второй опытной группе – 1 поросенок. Таким образом, процент заболеваемости в контрольной, первой и второй опытных группах свиней составил соответственно 60 %, 20 и 10 %. Сроки выздоровления молодняка в контроле составили 8,43±1,75 сут, в первой опытной группе – 5,56 ± 1,06 сут и во второй опытной группе – 3,00 ± 0,00, следовательно, болезни животных в опытных группах протекали в более легких формах и короче на 2,87 и 5,43 суток по сравнению с аналогичными данными в контроле. Кроме того, в контрольной группе зафиксировано 2 случая падежа животных, а в опытных группах, как в первой, так и во второй, факта падежа не выявлено. Таким образом, если показатель сохранности молодняка свиней в контрольной группе составил 80 %, то в обеих опытных группах – 100 %.

Лечебно-профилактическую эффективность апробированных пробиотических препаратов выражали по коэффициенту Мелленберга. Установлено, что этот показатель у поросят первой и второй опытных групп оказался выше в 3,9 и 14,4 раза, нежели в контрольной группе.

Таблица 4 – Заболеваемость поросят и их сохранность

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество поросят в группе, гол	10	10	10
Заболело, гол	6	2	1
Выздоровело, гол	4	2	1
Пало, гол	2	-	-
Продолжительность болезни, суток	8,43 ± 1,75	5,56 ± 1,06	3,00 ± 0,00
Заболеваемость, %	60	20	10
Сохранность, %	80	100	100
Коэфф. Мелленберга	2,40	0,53	0,15

* – P<0,05

Из представленных в табл. 4 данных следует, что применение поросятам-сосунам пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор вместе с кормом предупреждало заболевания дыхательной и пищеварительной систем, сокращало сроки выздоровления и снижало коэффициент Мелленберга, а также повышало сохранность.

Выводы

Апробированные нами пробиотические препараты активизируют обменные процессы, функции кроветворных органов, буферной и иммунной систем супоросных свиноматок и новорожденных поросят.

Результаты научно-практической работы дают основание заключить, что назначение супоросным свиноматкам пробиотических препаратов A_2 и Иммунофлор из расчета 0,25 кг и 0,08 кг на 1 тонну корма соответственно, двукратно, в начале супоросности и за 2 недели до опороса предупреждает заболеваемость и повышает воспроизводительную функцию свиноматок.

На фоне применения пробиотических препаратов выявлена активизация гемопоэза и факторов иммунобиологической системы организма свиней, а именно клеточного и гуморального звеньев неспецифической устойчивости организма к прессингу стрессоров индустриальной технологии содержания. Следует отметить, что более выраженный соответствующий эффект достигается при применении пробиотического препарата Иммунофлор.

Список литературы

1. Алексеев, И.А. Новый комплексный пробиотический препарат Иммунофлор / И.А. Алексеев, А.В. Обухова, В.В. Боронин // Достижения науки и практики в решении актуальных проблем ветеринарии и зоотехнии: мат. всерос. науч.-практ. конф.- Чебоксары, 2018.- С. 148-153. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36819571&pf=1

2. Гладких, Л.П. Лейкоцитарный профиль крови свиней на фоне применения биостимуляторов / Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана.- Казань, 2015.- Т. 224 (4).- С. 41-44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502095

3. Гладких, Л.П. Коррекция неспецифической резистентности организма поросят к факторам среды обитания / Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: мат. междунар. науч.-практ. конф.- Чебоксары, 2015.- С. 419-423. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26221954

4. Гладких, Л.П. Новые отечественные биопрепараты в профилактике заболеваний поросят / Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекс и социальной инфраструктуры села: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА.- Чебоксары, 2016.- С. 276-279. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27417511

5. Гладких, Л.П. Иммунопрофилактика – перспективный прием интенсификации свиноводства / Л.П. Гладких, В.Г. Софронов, Д.А. Никитин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана.- Казань, 2017.- Т. 231.- №3.- С. 28-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30016043

6. Гладких, Л.П. Иммунокоррекция организма в реализации биоресурсного потенциала свиней / Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Молодежь и инновации: мат. XIII всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов.- Чебоксары, 2017.- С. 73-74. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29397331

7. Гладких, Л.П. Иммунокоррекция организма для обеспечения репродуктивных качеств свиноматок и здоровья молодняка / Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева.- Рязань, 2019.- С.15-19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41485485

8. Семенов, В.Г. Роль иммунокоррекции организма свиней в реализации продуктивного потенциала / В.Г. Семенов, А.Ф. Кузнецов, Д.А. Никитин, Л.П. Гладких // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии.- СПб, 2017.- №4.- С.103-104. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30793482

9. Семенов, В.Г. Реализация продуктивных качеств свиней в условиях промышленной технологии выращивания / В.Г. Семенов, Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Экология родного края: проблемы и пути их решения.- Мат. XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием.- Киров: ВятГУ, 23-24.04.2018.- Книга 1.- С.233-238. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34885087

10. Тюрин, В.Г. Изучение биоресурсного потенциала свиней при использовании отечественных биопрепаратов / В.Г. Тюрин, А.М. Смирнов, В.И. Дорожкин, Д.А. Никитин // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии».- М., 2018.- №3(27).- С.95-100. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201803017

11. Тюрин, В.Г. Эколого-гигиенические мероприятия для производства безопасной продукции животноводства и охраны окружающей среды / В.Г. Тюрин, Н.Н. Потемкина, П.Н. Виноградов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.- Чебоксары, 2018.- № 2(5).- С.47-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35450006

12. Barba-Vidal, E. Practical aspects of the use of probiotics in pig production: A review / E. Barba-Vidal, S.M. Martin-Orue, L. Castillejos // Livestock Science.- 223.- 2019.- P. 84-96 DOI: doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.017

13. Dargahi, N. Immunomodulatory effects of probiotics: Can they be used to treat allergies and autoimmune diseases / N. Dargahi, J. Johnson, O. Donkor, T. Vasiljevic, V. Apostolopoulos // Maturitas.- 119.- 2019.- P. 25-38 DOI: doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.11.002

14. Giang, H.H. Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with a complex of lactic acid bacteria alone or in combination with Bacillus subtilis and Saccharomyces boulardii / H.H. Giang, T.Q. Viet, B. Ogle, J.E. Lindberg // Livestock Science.- 143 (2).- 2012.- 132-141. DOI: doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.003

15. Kim, K.H. Bacteriophage and probiotics both enhance the performance of growing pigs but bacteriophage are more effective / K.H. Kim, S.L. Ingalea, J.S. Kim, S.H. Lee, J.H. Lee, I.K. Kwon, B.J. Chae // Animal Feed Science and Technology.- 196.- 2014.- P. 88-95 DOI: doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.017

16. Laskowska, E. Effect of Multi-Microbial Probiotic Formulation Bokashi on Pro- and Anti-Inflammatory Cytokines Profile in the Serum, Colostrum and Milk of Sows, and in a Culture of Polymorphonuclear Cells Isolated from Colostrum / E. Laskowska, Ł. Jarosz, Z. Grądzki // Probiotics and Antimicrobial Proteins.- 11 (1).- 2019.- P. 220-232 DOI: 10.1007/s12602-017-9380-9

17. Miranda-Yuquilema, J.E. Repercussion of lactic bacteria and yeasts on the productive performance and health of piglets / J. E. Miranda-Yuquilema, A. Marín-Cárdenas, L. Lazo-Pérez, D. Sánchez-Macías // Revista de Investigation's Veterinarias del Peru.- 29 (4).- 2018.- P. 1203-1212. DOI: 10.15381/rivep.v29i4.15184

18. Nikitin, D.A. Ensuring the health and productivity of pigs with new immunotropic preparations / D.A. Nikitin, V.G. Semenov, L.P. Gladkikh, V.G. Tyurin, A.G. Koshchaev, R.V. Chus, S.V. Shabunin // International journal of emerging technologies.- 10(2).- 2019.- P.328-332. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41705258

19. Pereira, L.P. Implications of nutritional modulators in productive performance of pregnant and lactating sows / L.P. Pereira, J.O. Hilgemberg, A.P.H. Mass, C.R. Lehnen // Livestock Science.- 2020.- 232. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.103919

APPLICATION OF PROBIOTIC PREPARATIONS IN REALIZATION OF REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE QUALITIES OF PIGS

Semenov Vladimir G., *doctor of biological science, professor, head of the department of morphology, obstetrics and therapy, semenov_v.g@list.ru*

Obukhova Anastasia V., *postgraduate 2 years of study of the department of morphology, obstetrics and therapy, nasty_obu@mail.ru*

Kirillov Nikolay K., *doctor of veterinary science, professor, professor of the department of morphology, obstetrics and therapy, nik.kkirillov@yandex.ru*

Tikhonov Anatoly S., *doctor of philosophical science, professor of the department of general education disciplines, tihonov.an.s@yandex.ru*

Chuvash State Agrarian University

Problem and purpose. *The purpose of the work is to realize the reproductive qualities of sows and the productivity of piglets by activating the nonspecific resistance of the body with probiotic preparations.*
Methodology. *To carry out research work, 3 groups of pregnant sows and newborn piglets of the large white breed were formed, 10 animals in each group. Probiotic preparations A2 (the first experimental group) and Immunoflor (the second experimental group) were used to stimulate the bioresource potential of the animals.*
Results. *The 2-fold administration of probiotic preparations A2 and Immunoflor for pregnant sows at the beginning of pregnancy and two weeks before childbirth, 0.25 kg and 0.08 kg per 1 ton of feed, respectively, ensures normal intrauterine growth of piglets, their health and preservation, increasing the number of viable piglets in litter by 7,2 and 10.3 % and a size of 11.4 and 3.6 %, and also improving milk productivity of sows by 9.3 and 10.3 % (P < 0.05). Administration of probiotic drugs A2 and Immunoflor to piglets for 21 days at a rate of 0.25 kg and 0.005 kg per 1 ton of feed, respectively, contributed to a reduction in morbidity. During the growth period the incidence in the groups was 60.0, 20.0 and 10.0 %, respectively. Piglets' recovery in experimental groups occurred earlier by 1.4 and 4.0 days than in the control. By the end of the growth period, the living weight of the piglets of the experimental groups was 11.5 and 13.8 kg higher than in the control.*
Conclusion. *Prescribing probiotic preparations to pregnant sows and newborn piglets A2 and Immunoflor prevents morbidity and contributes to the realization of the reproductive and productive potential of the body.*

Key words: *sows, piglets, probiotic preparations A2 and Immunoflor, reproductive and productive qualities, biological resource potential, safety.*

Literatura

1. Alekseev, I.A. Novyj kompleksnyj probioticheskij preparat Immunoflor / I.A. Alekseev, A.V. Obuhova, V.V. Boronin // Dostizheniya nauki i praktiki v reshenii aktual'nyh problem veterinarii i zootekhnii: mat. vseros. nauch.-prakt. konf.- CHeboksary, 2018.- S. 148-153. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36819571&pf=1

2. Gladkih, L.P. Lejkocitarnyj profil' krovi svinej na fone primeneniya biostimulyatorov / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana.- Kazan', 2015.- T. 224 (4).- S. 41-44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502095

3. Gladkih, L.P. Korrekciya nespecificheskoj rezistentnosti organizma porosyat k faktoram sredy obitaniya / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustojchivoe razvitie APK: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.- CHeboksary, 2015.- S. 419-423. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26221954

4. Gladkih, L.P. Novye otechestvennye biopreparaty v profilaktike zabolevanij porosyat / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleks i social'noj infrastruktury sela: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA.- CHeboksary, 2016.- S. 276-279. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27417511

5. Gladkih, L.P. Immunoprofilaktika – perspektivnyj priem intensifikacii svinovodstva / L.P. Gladkih, V.G. Sofronov, D.A. Nikitin // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana.- Kazan', 2017.- T. 231.- №3.- S. 28-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30016043

6. Gladkih, L.P. Immunokorrekciya organizma v realizacii bioresursnogo potenciala svinej / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Molodezh' i innovacii: mat. XIII vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov.- CHeboksary, 2017.- S. 73-74. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29397331

7. Gladkih, L.P. Immunokorrekciya organizma dlya obespecheniya reproduktivnyh kachestv svinomatok i zdorov'ya molodnyaka / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva.- Ryazan', 2019.- S.15-19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41485485

8. Semenov, V.G. Rol' immunokorrekcii organizma svinej v realizacii produktivnogo potenciala / V.G. Semenov, A.F. Kuznecov, D.A. Nikitin, L.P. Gladkih // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii.- SPb, 2017.- №4.- S.103-104. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30793482

9. Semenov, V.G. Realizaciya produktivnyh kachestv svinej v usloviyah promyshlennoj tekhnologii vyrashchivaniya / V.G. Semenov, L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ih resheniya.- Mat. HIII Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem.- Kirov: VyatGU, 23-24.04.2018.- Kniga 1.- S.233-238. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34885087

10. Tyurin, V.G. Izuchenie bioresursnogo potenciala svinej pri ispol'zovanii otechestvennyh biopreparatov / V.G. Tyurin, A.M. Smirnov, V.I. Dorozhkin, D.A. Nikitin // Rossijskij zhurnal «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii».- M., 2018.- №3(27).- S.95-100. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201803017

11. Tyurin, V.G. Ekologo-gigienicheskie meropriyatiya dlya proizvodstva bezopasnoj produkcii zhivotnovodstva i ohrany okruzhayushchej sredy / V.G. Tyurin, N.N. Potemkina, P.N. Vinogradov // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.- CHeboksary, 2018.- № 2(5).- S.47-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35450006

12. Barba-Vidal, E. Practical aspects of the use of probiotics in pig production: A review / E. Barba-Vidal, S.M. Martin-Orue, L. Castillejos // Livestock Science.- 223.- 2019.- P. 84-96 DOI: doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.017

13. Dargahi, N. Immunomodulatory effects of probiotics: Can they be used to treat allergies and autoimmune diseases / N. Dargahi, J. Johnson, O. Donkor, T. Vasiljevic, V. Apostolopoulos // Maturitas.- 119.- 2019.- P. 25-38 DOI: doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.11.002

14. Giang, H.H. Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with a complex of lactic acid bacteria alone or in combination with Bacillus subtilis and Saccharomyces boulardii / H.H. Giang, T.Q. Viet, B. Ogle, J.E. Lindberg // Livestock Science.- 143 (2).- 2012.- 132-141. DOI: doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.003

15. Kim, K.H. Bacteriophage and probiotics both enhance the performance of growing pigs but bacteriophage are more effective / K.H. Kim, S.L. Ingalea, J.S. Kim, S.H. Lee, J.H. Lee, I.K. Kwon, B.J. Chae // Animal Feed Science and Technology.- 196.- 2014.- P. 88-95 DOI: doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.017

16. Laskowska, E. Effect of Multi-Microbial Probiotic Formulation Bokashi on Pro- and Anti-Inflammatory Cytokines Profile in the Serum, Colostrum and Milk of Sows, and in a Culture of Polymorphonuclear Cells Isolated from Colostrum / E. Laskowska, Ł. Jarosz, Z. Grądzki // Probiotics and Antimicrobial Proteins.- 11 (1).- 2019.- P. 220-232 DOI: 10.1007/s12602-017-9380-9

17. Miranda-Yuquilema, J.E. Repercussion of lactic bacteria and yeasts on the productive performance and health of piglets / J. E. Miranda-Yuquilema, A. Marín-Cárdenas, L. Lazo-Pérez, D. Sánchez-Macías // Revista de Investigation's Veterinarias del Peru.- 29 (4).- 2018.- P. 1203-1212. DOI: 10.15381/rivep.v29i4.15184

18. Nikitin, D.A. Ensuring the health and productivity of pigs with new immunotropic preparations / D.A. Nikitin, V.G. Semenov, L.P. Gladkikh, V.G. Tyurin, A.G. Koshchaev, R.V. Chus, S.V. Shabunin // International journal of emerging technologies.- 10(2).- 2019.- P.328-332. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41705258

19. Pereira, L.P. Implications of nutritional modulators in productive performance of pregnant and lactating sows / L.P. Pereira, J.O. Hilgemberg, A.P.H. Mass, C.R. Lehnen // Livestock Science.- 2020.- 232. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.103919

УДК 636.2.082.453 10.36508/RSATU.2020.48.4.010

СИСТЕМА НАПРАВЛЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО СКОТА

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

КОНДРУЧИНА Светлана Геннадиевна, *канд. вет. наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии, svetlana-kondruchina@yandex.ru*

МАЙКОТОВ Агжан Нуркадамович, *аспирант кафедры морфологии, акушерства и терапии, agjan.maikotov@mail.ru*

ТОЛСТОВА Светлана Леонидовна, *соискатель кафедры морфологии, акушерства и терапии, stolstova@gmail.com*

ИВАНОВА Татьяна Николаевна – *аспирант, ассистент кафедры морфологии акушерства и терапии, yagushova@yandex.ru*

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

Цель работы – *изучить влияние направленного воспроизводства коров на формирование высокопродуктивных здоровых стад.*

Методология. *Научно-исследовательская работа проведена в базовых хозяйствах Республики Казахстан: СПК «ПЗ Алматы», ИП «Сыдыков», ИП «Каримов», ТОО «Тастобе АгроФуд» Алматинской, ТОО «Какпатас-Кордай» Жамбылской, ТОО «Борте милка» Туркестанской и КХ «Зайтенов» Восточно-Казахстанской областей. Для искусственного осеменения выбирали телок 12-14-месячного возраста живой массой от 360 кг и коров-первотелок голштинской, симментальской, швицкой и черно-пестрой пород. Осеменение проводили ректоцервикальным методом с помощью инструмента Alpha Vision заморожено-оттаянным семенем, разделенным по полу.*

Результаты. *Для ускоренного ремонта стада и увеличения поголовья высокопродуктивных коров в крупных хозяйствах по производству молока используют сексированное семя при первом и втором осеменении первотелок, полученных от высокопродуктивных матерей. Согласно научным данным, эффективность, получаемая от использования данной методики, составляет 65-95 % особей желательного пола. Наиболее высокие результаты плодотворности осеменения сексированным семенем в СПК «ПЗ Алматы», ИП «Каримов» и КХ «Какпатас Кордай» получены в осенне-зимний период и составили от 58,1 до 65,2 %, при индексе осеменения 1,58-1,72. При использовании сексированного семени от первотелок в среднем получено 92 % телок. При сравнительном анализе результатов по всем хозяйствам наиболее высокие показатели плодотворности осеменения отмечены у телок при естественной половой охоте. На фоне гормональной стимуляции половой охоты наблюдается снижение плодотворности осеменения в среднем на 4,72 %. При диспансеризации коров и телок выявлено 202 головы с нарушением воспроизводительных функций, из них вылечено 176 голов (87,13 %), с эндометритом – 81,25 %, с фолликулярной кистой – 86,79 %, с гипофункцией яичников – 91,76 %.*

Заключение. *Научно обосновано и экспериментально доказано влияние направленного воспроизводства коров на формирование высокопродуктивных здоровых стад в базовых хозяйствах Республики Казахстан.*

Ключевые слова: *коровы, сексированное семя, плодотворность осеменения, воспроизводительные качества.*

Введение

Интенсивное животноводство предполагает ежегодно обновлять молочное стадо молодыми животными на 25-30 %, поэтому перед наукой и практикой всегда стояла задача получения в потомстве максимального количества телок. Одним из современных методов, применяемых в животноводстве, является использование сексированного семени. Однако анализ литературных данных показывает, что этот метод имеет как достоинства, так и недостатки, поэтому изучение влияния сексированного семени на воспроизводительные качества животных является актуальным [1]. Для ускоренного ремонта стада и увеличения поголовья высокопродуктивных коров в крупных хозяйствах по производству молока используют сексированное семя при первом и втором осеменении первотелок, полученных от высокопродуктивных матерей. Но у сексированного семени есть одна важная особенность: концентрация такого семени ниже по сравнению с обычным в десять раз и по ходу подготовки претерпевает несколько стресс-факторов, неблагоприятно влияющих на оплодотворяющую способность сперматозоидов [1-4].

Результативность использования разделенного по полу семени – основной фактор его лимитированного распространения в производственной практике, причиной тому является отсутствие высококвалифицированных специалистов в области воспроизводства [5, 6, 9, 13, 15-19].

На фоне интенсификации отрасли молочного скотоводства снижаются воспроизводительные качества и сроки хозяйственного использования коров, в особенности зарубежной селекции, а также отмечается недостаточное получение в хозяйствах ремонтных телок для оборота стада. Поэтому внедрение и широкое использование сексированного семени в воспроизводстве молочного

© Семенов В. Г., Кондручина С. Г., Майкотов А. Н., Толстова С. Л., Иванова Т. Н., 2020 г.

скота является наиболее эффективным решением [7, 8, 10-12, 14].

Цель настоящей работы – изучить влияние направленного воспроизводства коров на формирование высокопродуктивных здоровых стад в базовых хозяйствах Республики Казахстан.

Материал и методы исследований

Научно-исследовательская работа проведена в базовых хозяйствах Республики Казахстан: СПК «ПЗ Алматы», ИП «Сыдыков», ИП «Каримов», ТОО «Тастобе АгроФуд» Алматинской, ТОО «Какпатас-Кордай» Жамбылской, ТОО «Борте милка» Туркестанской и КХ «Зайтенов» Восточно-Казахстанской областей. Для искусственного осеменения выбирали телок 12-14-месячного возраста живой массой от 360 кг и коров-первотелок голштинской, симментальской, швицкой и черно-пестрой пород. Осеменение проводили ректоцервикальным методом с помощью инструмента Alpha Vision заморожено-оттаянным семенем, разделенным по полу 4SU быков-производителей: Marvel (551HO03444), DENALI Reg (151HO000769), BALDWYN Reg (151HO000731), ECHO-RED Reg (551HO03547), MEGA-JET Reg (151HO03262), SHUT-OUT Reg (076HO00712), JACKNIFE Reg (551HO03357), OPTIC Reg (151HO03478) производства ST Genetics, США.

Результаты исследований и их обсуждение

Результативность искусственного осеменения телок и коров-первотелок сексированным семенем представлена в табл. 1.

При сравнительном анализе результатов по всем хозяйствам наиболее высокие показатели плодотворности осеменения отмечены у телок при естественной половой охоте. На фоне гормональной стимуляции половой охоты наблюдается снижение плодотворности осеменения в среднем на 4,72 % (51,43 против 56,15 %).

Таблица 1 – Результаты искусственного осеменения телок и коров-первотелок сексированным семенем

Показатель	При естественной охоте, гол				На фоне гормональной стимуляции, гол.	
	телки		первотелки		телки	
	n	%	n	%	n	%
СПК «ПЗ Алматы»						
Отобрано и проведено осеменений	53	100	63	100	41	100
Повторная охота	13	24,5	30	47,6	14	34,1
Стельные	35	66,03	17	26,9	24	58,5
Яловые	5	9,43	16	25,4	3	7,3
ИП «Садыков»						
Отобрано и проведено осеменений	-	-	37	100	-	-
Повторная охота	-	-	19	51,35	-	-
Стельные	-	-	10	27,03	-	-
Яловые	-	-	8	21,62	-	-
ИП «Каримов»						
Отобрано и проведено осеменений	54	100	34	100	12	100
Повторная охота	7	12,96	15	44,12	2	16,66
Стельные	31	57,4	15	44,12	7	58,34
Яловые	16	29,64	4	11,76	3	25
ТОО «Тастобе АгроФуд»						
Отобрано и проведено осеменений	54	100	27	100	19	100
Повторная охота	12	22,22	14	51,85	4	21,05
Стельные	29	53,70	7	25,93	8	42,10
Яловые	13	24,07	6	22,22	7	36,85
КХ «Қақпатас Қордай»						
Отобрано и проведено осеменений	43	100	27	100	30	100
Повторная охота	12	27,90	13	48,15	5	16,66
Стельные	21	48,86	7	25,93	13	43,34
Яловые	10	23,25	7	25,92	12	40

Продолжение таблицы 1

ТОО «Борте Милка»						
Отобрано и проведено осеменений	61	100	25	100	14	100
Повторная охота	8	13,11	12	48,0	2	14,29
Стельные	38	62,29	6	24,0	6	42,86
Яловые	15	24,56	7	28,0	6	42,85
КХ «Зайтенов»						
Отобрано и проведено осеменений	52	100	24	100	24	100
Повторная охота	8	15,39	10	41,67	3	12,5
Стельные	24	46,15	7	29,17	14	58,33
Яловые	20	38,46	7	29,16	7	29,16
Итого по хозяйствам						
Отобрано и проведено осеменений	317	100	237	100	140	100
Повторная охота	60	18,93	113	47,68	30	21,43
Стельные	178	56,15	69	29,11	72	51,43
Яловые	79	24,92	55	23,21	38	27,14

По результатам искусственного осеменения коров-первотелок при первой половой охоте плодотворность осеменения сексированным семенем составила 29,11 %, что значительно ниже показателей плодотворности осеменения обычным семенем, которая по хозяйствам составляет от 39 до 47 %. Полученные результаты свидетельствуют о низкой плодотворности осеменения коров семенем, разделенным по полу.

Показатели соотношения пола и живой массы у приплода, полученного при осеменении сексированным семенем, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели соотношения пола и живой массы у приплода

Группа	Соотношение приплода				Живая масса, кг			
	телки		бычки		телки		бычки	
	n	%	n	%	n	%	n	X±m
СПК «ПЗ Алматы»								
Коровы голштинской породы	16	94,1	1	5,9	16	29,1±1,1	1	34,0
Нетели голштинской породы	191	93,2	14	6,8	191	27,8±1,2	14	32,1±2,1
ИП «Каримов»								
Коровы голштинской породы	11	91,7	1	8,3	11	28,5±1,2	9	33,5±2,2
Нетели голштинской породы	79	91,8	7	8,1	79	27,8±1,2	7	31,5±2,1
КХ «Какпатас кордай»								
Коровы швицкой породы	13	92,9	1	7,1	13	27,5±1,1	1	31,2
Нетели швицкой породы	54	93,1	4	6,9	54	26,8±1,2	4	30,2±1,2

Из представленной таблицы следует, что за 2019-2020 гг. в СПК «ПЗ Алматы» из 222 голов плодотворно осеменено сексированным семенем 207 голов, что составило 93,3 % от стада. Индекс осеменения оказался 1,66, при средней плодотворности искусственного осеменения 60,7 %.

В ИП «Каримов» из 98 голов сексированным семенем плодотворно осеменено 90 голов, или 91,5 % от общего поголовья. Индекс осеменения составил 1,72, при средней плодотворности искусственного осеменения 58,6 %.

В КХ «Какпатас Кордай» из 72 голов было плодотворно осеменено 67 голов, или 93,0 % от общего поголовья. Индекс осеменения составил 1,69, при средней плодотворности искусственного осеменения 59,1 %.

Наиболее высокие результаты плодотворности осеменения в представленных хозяйствах получены в осенне-зимний период и составили от 58,1 до 65,2 %, при индексе осеменения 1,58-1,72.

При использовании технологии искусственного осеменения телок семенем, разделенным по полу, в сравнении с использованием обычного семени, экономическая эффективность с учетом затрат на осеменение составила 10 040,2 тыс. тг. При использовании сексированного семени от первотелок в среднем получено 92 % телок. За вычетом затрат на осеменение прибыль от полу-

чения телок составила 76 109,2 тыс. тг., тогда как при использовании обычного семени и получении 50 % телок – 66 069,0 тыс. тг. Общая стоимость от реализации приплода в возрасте 12 мес. при использовании сексированного семени оставила 79 852,5 тыс. тг., а при использовании обычного семени (66 622,5 тыс. тг.) – ниже на 13 230 тыс. тг. Предварительные расчеты проводились только от рыночной стоимости животных, при этом затраты на содержание не учитывались, так как на данное время расчеты себестоимости содержания необъективны в связи амортизационной и кредитной нагрузкой скотобазы и другой техники молочного комплекса. Но если учесть данные затраты, то использование методов интенсификации воспроизводства будет превышать рентабельность.

Результаты диспансеризации и лечения коров представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты диспансеризации и лечения коров в базовых хозяйствах

№	Показатель	Голов	Эндометриты			Фолликулярная киста			Гипофункция яичников		
			выявлено	вылечено, %		выявлено	вылечено, %		выявлено	вылечено, %	
1	СПК «ПЗ Алматы»	756	14	13	92,85	7	7	100	21	20	95,23
2	ИП «Садыков»	67	2	1	50,0	1	1	100	3	3	100
3	ИП «Каримов»	382	8	7	87,5	11	9	81,8	17	15	88,2
4	ТОО «Тастобе Агро-Фуд»	346	11	10	90,9	10	9	90,0	8	7	87,5
5	КХ «Қақпатас Қордай»	182	12	9	75,0	7	6	85,7	16	14	87,5
6	ТОО «Борте Милка»	385	10	7	70,0	15	12	80,0	12	12	100
7	КХ «Зайтенов»	421	7	5	71,4	2	2	100	8	7	87,5
8	Итого	2539	64	52	81,25	53	46	86,79	85	78	91,76

Проведена диспансеризация коров и телок в СПК «ПЗ Алматы», ИП «Сыдыков», ИП «Каримов», ТОО «Тастобе АгроФуд» Алматинской, ТОО «Какпатас-Кордай» Жамбылской, ТОО «Борте милка» Туркестанской и КХ «Зайтенов» Восточно-Казахстанской областей в количестве 2539 голов. С целью изучения функционального состояния репродуктивных органов у коров и телок использовали УЗИ сканер. При этом выявлено 202 головы с нарушением воспроизводственных функций, что составило 7,95 % от общего поголовья. Эндометриты обнаружены у 80 голов, или у 2,52 %, фолликулярные кисты – у 53 голов, или у 2,08 %, гипофункции яичников – у 85 голов, или у 3,35 %. Из 202 голов с нарушением воспроизводительных функций вылечено 176 голов, или 87,13 %, с эндометритом – 81,25 %, с фолликулярными кистами – 86,79 %, с гипофункцией яичников – 91,76 %.

Сравнительный анализ гинекологического состояния дойных коров в КХ «Какпатас-Кордай», ИП «Каримов» и «ПЗ Алматы» 2019-2020 гг. представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ гинекологического состояния дойных коров

Показатель	КХ «Какпатас-Кордай»		ИП «Каримов»		«ПЗ Алматы»	
	n	%	n	%	n	%
2019 г.						
Эндометриты	16	8,12	4	1,0	38	4,76
Фолликулярная киста	9	4,57	5	1,25	18	2,25
Гипофункция яичников	14	7,10	8	2,0	62	7,76
Состояние репродуктивных органов в норме (в том числе стельные)	158	80,2	383	95,75	680	85,21
Итого	197	100	400	100	798	100
2020 г.						
Эндометриты	12	6,59	8	2,09	14	1,85
Фолликулярная киста	7	3,85	11	2,88	7	0,93
Гипофункция яичников	16	8,79	17	4,45	21	2,78
Состояние репродуктивных органов в норме (в том числе стельные)	147	80,77	346	90,58	714	94,44
Итого	182	100	382	100	756	100

При анализе гинекологического состояния стада в КХ «Какпатас-Кордай» в сравниваемые годы нужно отметить, что у 80 % поголовья не регистрируются патологии органов размножения. Идет значительный спад случаев эндометрита на 1,53 %, фолликулярных кист – на 0,72 %, однако гипофункции яичников стали регистрироваться чаще – на 1,69 %.

В ИП «Каримов» чаще отмечались случаи заболеваний репродуктивных органов, что связано с увеличением возраста животных: увеличились случаи эндометритов на 1,09, фолликулярных кист – на 1,63, гипофункции яичников – на 2,45 %.

В результате проведения лечебно-профилактических мероприятий в СПК «ПЗ Алматы» улучшились показатели гинекологического состояния коров на 9,23 %. Отмечен значительный спад случаев возникновения эндометритов на 2,91 %, фолликулярных кист – на 1,32 %, но случаи возникновения гипофункции яичников увеличились на 4,98 %.

В ИП «Каримов» внедрена программная система «Управление стадом», которая нацелена на увеличение продуктивности путем точного учета надоев, что является одним из ключевых пунктов контроля за эффективностью молочного бизнеса. Одной из главных функций системы является доклиническое диагностирование болезней коров.

Фолликулярная киста яичника у коров – довольно часто встречающаяся дисгормональная патология, которая является основной причиной снижения репродуктивной способности у коров и существенных экономических потерь в молочном производстве. Кисты яичников коров представляют собой тонкостенные сферические полости, возникающие в яичнике из неовулировавших фолликулов в результате накопления в них жидкости желтого цвета. Данные фолликулы имеют диаметр не менее 2 см, присутствуют в одном или двух яичниках и препятствуют нормальному протеканию полового цикла. Образование кист является одной из причин бесплодия коров. При сохранении кисты яичников в течение длительного времени секреция эстрогенов усиливается и происходит многократное образование фолликулярных кист, вследствие чего может наблюдаться удлинение стадии половой охоты – нимфомания. При нимфомании признаки половой охоты наблюдаются через каждые 2-5 дней. Отличительными признаками нимфомании являются: расслабление крестцово-седалищных связок (впадины между седалищным бугром и корнем хвоста), чрезмерный отек вульвы, длительные и обильные выделения из влагалища, частый беспокойный рев, агрессивность. В таблице 5 приведена схема лечения коров при фолликулярной кисте яичников.

Таблица 5 – Схема лечения коров при фолликулярной кисте яичников

Препарат	Дни лечения			
	1	2	3	11
Сурфагон, 25 мкг (5 мл) внутримышечно	+	+	+	
Эстрофан, 2 мл внутримышечно				+

В первую очередь, при лечении для животного создаются оптимальные условия содержания и кормления. Лечение может предусматривать 2 метода: оперативный и медикаментозный. Оперативные методы (раздавливание кисты, пункция) малоэффективны и не рекомендуются, так как они могут привести к осложнениям в виде травм, кровоизлияний, развитию спаек в яичниках, обратному восстановлению кист и, в итоге, к бесплодию. Медикаментозное лечение является более безопасным методом и включает применение гормональных препаратов. Хорошо зарекомендовало себя комплексное лечение, включающее последовательное применение гонадолиберина и простагландинов. БАГ-Сурфагон на основе аналога гонадотропин-рилизинг-гормона вводят три раза с интервалом 24 часа, что вызывает лютеинизацию кисты с последующим ее превращением в лютеиновую кисту. На 11-й день после первого введения данного препарата вводят БАГ-Эстрофан на основе простагландинов. БАГ-Эстрофан вызывает рассасывание лютеиновой ткани, которая к данному времени становится чувствительной к действию простагландинов.

Коровам с гипофункцией яичников, проявляющейся задержкой овуляции или ановуляцией, в день проявления феноменов стадии возбуждения полового цикла (перед или после первого осеменения животного) внутримышечно инъецируют сурфагон в дозе 2,0-2,5 мл. Животным с ановуляторными половыми циклами назначают также сывороточный гонадотропин, который вводят подкожно за 2-3 дня до предполагаемого наступления очередной стадии возбуждения (17-19-й день после предыдущего полового цикла и осеменения) в дозе 2,5 тыс. МЕ (5-6 МЕ на 1 кг массы тела). При ановуляторном половом цикле, сопровождающемся лютеинизацией неовулировавшего фолликула, определяемого в яичнике при ректальном исследовании на 6-8-й день в виде полостного образования с флюктуацией, однократно внутримышечно вводят один из препаратов группы простагландина (мультивит 15 мл внутримышечно, эстрофан в дозе 2 мл), а при проявлении стадии возбуждения (при осеменении) – сурфагон или фоллигон в дозе 2,0-2,5 мл. В табл. 6 приведена схема лечения коров при гипофункции яичников.

Таблица 6 – Схема лечения коров при гипофункции яичников

Процедуры, препараты, доза, место введения	Дни лечения			
	1	3	7-14	11
Мультивит, 15 мл, внутримышечно	+			

Продолжение таблицы 6

Массаж яичников	+	+		
При проявлении охоты за 8-10 часов до осеменения – Сурфагон, 2-5 мл, внутримышечно			+	
При отсутствии половой охоты – внутримышечно Сурфагон в дозе 10 мл, Фоллигон 500-1000 МЕ			+	
При проявлении охоты – за 8-10 часов до осеменения внутримышечно Сурфагон 2-5 мл, Мультивит 15 мл в/м, Седимин 15 мл в/м				+

Выводы

Установлено, что в базовых хозяйствах Республики Казахстан: СПК «ПЗ Алматы», ИП «Сыдыков», ИП «Каримов», ТОО «Тастобе АгроФуд» Алматинской, ТОО «Какпатас-Кордай» Жамбылской, ТОО «Борте милка» туркестанской и КХ «Зайтенов» Восточно-Казахстанской областей, наиболее высокие показатели плодотворности осеменения отмечены у телок при естественной половой охоте, а на фоне гормональной стимуляции половой охоты наблюдается снижение оплодотвряемости в среднем на 4,72 % (51,43 против 56,15 %).

По результатам искусственного осеменения сексированным семенем коров-первотелок при первой половой охоте плодотворность составила 29,11 %, что значительно ниже показателей плодотворности обычного семени, которая по хозяйствам составляет от 39 до 47 %.

Эффективность использования сексированного семени от быков-производителей американской селекции в среднем по трем хозяйствам составлила 52,04 %, что соответствует допустимым нормам по осеменению животных. Использование сексированного семени позволяет получить в среднем от 70 до 90 % особей желательного пола.

При диспансеризации коров и телок с использованием УЗИ сканера и инструмента AlphaVision выявлено 202 головы с нарушением воспроизводительных функций, что составило 7,95 % от общего поголовья, в том числе эндометриты обнаружены у 80 голов (2,52%), фолликулярные кисты – у 53 голов (2,08 %), гипофункция яичников – у 85 голов (3,35 %). Из 202 голов с нарушением воспроизводственных функций вылечено 176 (87,13 %), с эндометритом – 81,25 %, с фолликулярной кистой – 86,79 %, с гипофункцией яичников – 91,76 %.

Список литературы

1. Герасимова, Н.И. Воспроизводительные качества коров и продуктивность молодняка при применении биостимуляторов ПС-2 и ПС-8 / Н.И. Герасимова // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: мат. междунар. науч.-практ. конф.- Чебоксары, 2015.- С. 256-260. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26221908

2. Григорьева, Т.Е. Распространение родовых и послеродовых болезней у коров и их влияние на воспроизводительную способность / Т.Е. Григорьева // Ветеринарная патология.- М., 2016.- № 2(56).- С. 49-54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29658899

3. Герасимова, Н.И. Воспроизводительные и продуктивные качества черно-пестрого скота на фоне иммунокоррекции / Н.И. Герасимова // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА.- Чебоксары, 2016.- С. 272-276. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27417509

4. Герасимова, Н.И. К проблеме реализации биоресурсного потенциала черно-пестрого скота / Н.И. Герасимова // Молодежь и инновации: мат. всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов.- Чебоксары, 2017.- С.70-73. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29397330

5. Землянухина, Т.Н. Использование сексированного семени в воспроизводстве коров / Т.Н. Землянухина // Аграрная наука – сельскому хозяйству.- Барнаул, 2020.- С. 147-149. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43894133

6. Ивашкевич, О.П. Контроль за воспроизводительной функцией дойного стада / О.П. Ивашкевич // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария: международный научно-теоретический журнал.- Минск, 2008.- № 2.- С. 5-14. URL: https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34250637

7. Кириллов, Н.К. Улучшение воспроизводительных и продуктивных качеств черно-пестрого скота биостимуляторами / Н.К. Кириллов, Яковлев С.Г. // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии- М., 2012.- № 2(8).- С.89-90. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22911845

8. Красота, В.Ф. Разведение сельскохозяйственных животных / В.Ф. Красота, Т.Г. Джапаридзе, Н.М. Костомахин // Учебник.- М.: КолосС, 2006.- 424 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19020868

9. Костомахин, Н. К вопросу об использовании сексированного семени в животноводстве / Н. Костомахин // Главный зоотехник.- М., 2011.- № 9.- С. 14-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17717995

10. Семенов, В.Г. Воспроизводительные и продуктивные качества черно-пестрого скота при применении биостимуляторов / В.Г. Семенов, С.Г. Яковлев, Ф.В. Сулагаев // Инновационные процессы в АПК: Сб. статей III междунар. науч.-практ. конф. преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвящ. 50-летию образования аграрного факультета Российского университета дружбы народов.- М.: РУДН, 2011.- С.357-359. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22435821

11. Семенов, В.Г. Реализация воспроизводи-

тельных качеств коров и продуктивного потенциала телят биопрепаратами /В.Г. Семенов, Д.А. Никитин, Н.И. Герасимова, В.А. Васильев //Известия Международной академии агарного образования.- Санкт-Петербург, 2017.- Вып. № 33.- С. 172-175. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29368849

12. Семенов, В.Г. Реализация биоресурсного потенциала воспроизводительных и продуктивных качеств черно-пестрого скота / В.Г. Семенов, В.Г. Тюрин, А.Ф. Кузнецов, Д.А. Никитин // Монография.- Чебоксары: ООО «Крона-2», 2018.- 275 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32552629

13. Строганова, А.А. Использование сексированного семени в молочном скотоводстве / А.А. Строганова, О.К. Суховольский // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: мат. всерос. науч.-практ. конф мол. ученых и обучающихся.- Спб, 2019.- С. 126-127. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41146127

14. Тяпугин, Е.А. Теория и практика интенсификации репродуктивной активности в молочном скотоводстве / Е.А. Тяпугин // Монография.- Вологда, 2008.- 451 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19511222

15. Serdyuchenko. I.V. Reproducing the qualities of cows with different methods of synchronization of sexual hunting / I.V. Serdyuchenko, T.A. Khoroshailo, Y.A. Kozub // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.- 2020.- 548.- 042017. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042017

16. Lishchuk A. Stimulation of sexual function of cows as a method of herd reproduction increase / A. Lishchuk, N. Malakhova, O. Piskunova // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.- 2019.- 341.- 012046. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012046

17. Ryan, N.J. Purulent vaginal discharge diagnosed in pasture-based Holstein-Friesian cows at 21 days postpartum is influenced by previous lactation milk yield and results in diminished fertility / N.J. Ryan, K.G. Meade, E.J. Williams, C. O'Farrelly, J. Grant, A.C.O. Evans, M.E. Beltman // J. Dairy Sci.- 2020.- 103(1).- P. 666-675. DOI: 10.3168/jds.2019-17116

18. Kusaka, H. Comparison of diagnostic methods for uterine health in dairy cattle on different days postpartum / H. Kusaka, R. Hasegawa, N. Nishimoto, M. Kawahata, H. Miura, M. Kikuchi, M. Sakaguchi // Veterinary Record.- 2020.- 186 (91). DOI: 10.1136/vr.105300

19. Ghanem, M.E. Persistence of uterine bacterial infection, and its associations with endometritis and ovarian function in postpartum dairy cows / M.E. Ghanem, E. Tezuka, B. Devkota, Y. Izaike, T. Osawa // J. Reprod. Dev.- 61(1).- 2015.- P. 54-60. DOI: 10.1262/jrd.2014-051

SYSTEM OF DIRECTED REPRODUCTION OF DAIRY CATTLE

Semenov Vladimir G., *doctor of biological science, professor, head of the department of morphology, obstetrics and therapy, semenov_v.g@list.ru*

Kondruchina Svetlana G., *candidate of veterinary sciences, the associate professor of the department of morphology, obstetrics and therapy, svetlana-kondruchina@yandex.ru*

Maykotov Agzhan N., *postgraduate of the department of morphology, obstetrics and therapy agjan.maikotov@mail.ru*

Tolstova Svetlana L., *postgraduate of the department of morphology, obstetrics and therapy stolstova@gmail.com*

Ivanova Tatyana N.*, postgraduate, the assistant of the department of morphology, obstetrics and therapy, yagushova@yandex.ru*

Chuvash State Agrarian University

Problem and purpose. *The purpose of the work was to study the effect of directed reproduction of cows on formation of highly productive healthy herds.*

Methodology. The research was carried out at the basic farms of the Republic of Kazakhstan: APC "PZ Almaty", PE "Sydykov", PE "Karimov", LLP "Tastobe AgroFood" in Almaty region, LLP "Kakpatas-Kordai" in Zhambyl region, LLP "Borte Milka" in Turkestan region and CF "Zaitenov" in Eastern-Kazakhstan region. For artificial insemination, a calf of 12-14 months of age was chosen with a living mass of 360 kg and first-born cows of Holstein, Simmental, Schwitz and black and white breeds. Insemination was performed by recto-cervical method using Alpha Vision tool with frozen-thawed semen divided by sex.

Results. *For accelerated repair of herd and increase of number of highly productive cows at large dairy farms one uses sexed semen for the first and the second insemination of fresh cows got from highly productive mothers. According to scientific data, the efficiency obtained from using this technique is 65-95 % of individuals are of the desired sex. The highest results of the fruitfulness of insemination by sexed semen were obtained at APC "PZ Almaty", PE "Karimov" and LLP "Kakpatas-Kordai" in the autumn-winter period and ranged from 58.1 to 65.2 %, with an insemination index of 1.58-1.72. When using sexed semen from fresh cows, about 92 % of heifers were obtained. With a comparative analysis of the results for all farms, the highest indicators of the fruitfulness of insemination were noted in calves during natural estrus. Against the background of hormonal stimulation of estrus, there was a decrease in the fruitfulness of insemination by an average of 4.72 %. During the medical examination of cows and heifers, 202 heads with impaired reproductive functions were detected, of which 176 heads (87.13 %) were cured, with endometritis - 81.25 %, with follicular cyst - 86.79 %, with ovarian hypofunction - 91.76 %.*

Conclusion. *The influence of directed reproduction of cows on formation of highly productive healthy herds*

was scientifically and experimentally proved at basic farms of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: *cows, sexed semen, insemination fruitfulness, reproducing qualities.*

Literatura

1. Gerasimova, N.I. Vosproizvoditel'nye kachestva korov i produktivnost' molodnyaka pri primenenii biostimulyatorov PS-2 i PS-8 / N.I. Gerasimova // Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustojchivoe razvitie APK: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.- CHeboksary, 2015.- S. 256-260. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26221908

2. Grigor'eva, T.E. Rasprostranenie rodovyh i poslerodovyh boleznej u korov i ih vliyanie na vosproizvoditel'nuyu sposobnost' / T.E. Grigor'eva // Veterinarnaya patologiya.- M., 2016.- № 2(56).- S. 49-54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29658899

3. Gerasimova, N.I. Vosproizvoditel'nye i produktivnye kachestva cherno-pestrogo skota na fone immunokorrekcii / N.I. Gerasimova // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i social'noj infrastruktury sela: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA.- CHeboksary, 2016.- S. 272-276. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27417509

4. Gerasimova, N.I. K probleme realizacii bioresursnogo potenciala cherno-pestrogo skota / N.I. Gerasimova // Molodezh' i innovacii: mat. vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov.- CHeboksary, 2017.- S.70-73. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29397330

5. Zemlyanuhina, T.N. Ispol'zovanie seksirovannogo semeni v vosproizvodstve korov / T.N. Zemlyanuhina // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu.- Barnaul, 2020.- S. 147-149. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43894133

6. Ivashkevich, O.P. Kontrol' za vosproizvoditel'noj funkciej dojnogo stada / O.P. Ivashkevich // Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya: mezhdunarodnyj nauchno-teoreticheskij zhurnal.- Minsk, 2008.- № 2.- S. 5-14. URL: https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34250637

7. Kirillov, N.K. Uluchshenie vosproizvoditel'nyh i produktivnyh kachestv cherno-pestrogo skota biostimulyatorami / N.K. Kirillov, YAkovlev S.G. // Rossijskij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii- M., 2012.- № 2(8).- S.89-90. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22911845

8. Krasota, V.F. Razvedenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / V.F. Krasota, T.G. Dzhaparidze, N.M. Kostomahin // Uchebnik.- M.: KolosS, 2006.- 424 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19020868

9. Kostomahin, N. K voprosu ob ispol'zovanii seksirovannogo semeni v zhivotnovodstve / N. Kostomahin // Glavnyj zootekhnik.- M., 2011.- № 9.- S. 14-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17717995

10. Semenov, V.G. Vosproizvoditel'nye i produktivnye kachestva cherno-pestrogo skota pri primenenii biostimulyatorov / V.G. Semenov, S.G. YAkovlev, F.V. Sulagaev // Innovacionnye processy v APK: Sb. statej III mezhdunar. nauch.-prakt. konf. prepodavatelej, molodyh uchenyh, aspirantov i studentov, posvyashch. 50-letiyu obrazovaniya agrarnogo fakul'teta Rossijskogo universiteta druzhby narodov.- M.: RUDN, 2011.- S.357-359. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22435821

11. 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 agarnogo obrazovaniya.- Sankt-Peterburg, 2017.- Vyp. № 33.- S. 172-175. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29368849

12. Semenov, V.G. Realizaciya bioresursnogo potenciala vosproizvoditel'nyh i produktivnyh kachestv cherno-pestrogo skota / V.G. Semenov, V.G. Tyurin, A.F. Kuznecov, D.A. Nikitin // Monografiya.- CHeboksary: OOO «Krona-2», 2018.- 275 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32552629

13. Stroganova, A.A. Ispol'zovanie seksirovannogo semeni v molochnom skotovodstve / A.A. Stroganova, O.K. Suhovol'skij // Rol' molodyh uchenyh v reshenii aktual'nyh zadach APK: mat. vseros. nauch.-prakt. konf mol. uchenyh i obuchayushchihsya.- Spb, 2019.- S. 126-127. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41146127

14. Tyapugin, E.A. Teoriya i praktika intensifikacii reproduktivnoj aktivnosti v molochnom skotovodstve / E.A. Tyapugin // Monografiya.- Vologda, 2008.- 451 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19511222

15. Serdyuchenko. I.V. Reproducing the qualities of cows with different methods of synchronization of sexual hunting / I.V. Serdyuchenko, T.A. Khoroshailo, Y.A. Kozub // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.- 2020.- 548.- 042017. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042017

16. Lishchuk A. Stimulation of sexual function of cows as a method of herd reproduction increase / A. Lishchuk, N. Malakhova, O. Piskunova // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.- 2019.- 341.- 012046. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012046

17. Ryan, N.J. Purulent vaginal discharge diagnosed in pasture-based Holstein-Friesian cows at 21 days postpartum is influenced by previous lactation milk yield and results in diminished fertility / N.J. Ryan, K.G. Meade, E.J. Williams, C. O'Farrelly, J. Grant, A.C.O. Evans, M.E. Beltman // J. Dairy Sci.- 2020.- 103(1).- P. 666-675. DOI: 10.3168/jds.2019-17116

18. Kusaka, H. Comparison of diagnostic methods for uterine health in dairy cattle on different days postpartum / H. Kusaka, R. Hasegawa, N. Nishimoto, M. Kawahata, H. Miura, M. Kikuchi, M. Sakaguchi // Veterinary Record.- 2020.- 186 (91). DOI: 10.1136/vr.105300

19. Ghanem, M.E. Persistence of uterine bacterial infection, and its associations with endometritis and ovarian function in postpartum dairy cows / M.E. Ghanem, E. Tezuka, B. Devkota, Y. Izaike, T. Osawa // J. Reprod. Dev.- 61(1).- 2015.- P. 54-60. DOI: 10.1262/jrd.2014-051

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.356

10.36508/RSATU.2020.48.4.011

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОРОХА В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@yandex.ru*

ЕВТЕХОВ Дмитрий Владимирович, *аспирант, evtechov2015@yandex.ru*

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, *д-р техн. наук, профессор, врио ректора, university@rgatu.ru*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д*-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *При уборке картофеля от клубней отделяется значительное количество почвы. Просеивающие сепараторы недостаточно эффективны на суглинистых почвах при повышенной или пониженной влажности, что приводит к снижению агротехнических и эксплуатационных показателей уборочной техники. Это вызывает возрастание нагрузки на органы выносной сепарации, в частности, на пальчиковые горки. Цель исследований – повышение эффективности работы по очистке вороха в картофелеуборочных машинах.*

Методология. *Предварительно отсепарированный картофельный ворох, попадая на пальчиковую горку, должен находиться в постоянном движении, чтобы обеспечивать отделение клубней картофеля от примесей. Колебания пальчатого транспортера горки позволяют интенсифицировать процесс разделения компонентов картофельного вороха и увеличить площадь сепарации. Почвенные комки, камни и растительные примеси благодаря колебаниям застревают между пальцами транспортера, а округлые клубни картофеля приобретают дополнительную подвижность. Настройка колебаний пальчиковой горки производится исходя из условий уборки и типа почвы путем регулирования частоты вращения кулачкового блока и высоты его установки. Рассмотрено взаимодействие кулачка встряхивающего механизма с пальчатым полотном горки. Скорость колебаний полотна горки зависит от радиуса кулачка и угловой скорости.*

Результаты. *Анализ показал, что ускорение подбрасывания полотна в значительной степени зависит от угловой скорости кулачка. Установлено, что при угле наклона пальчиковой горки 12°-35° величина ускорений для скатывания клубней по горке составляет ау = 9,59-8,0 м/с², что соответствует угловой скорости кулачка встряхивающего механизма 13,8-12,7 рад/с или частоте вращения 132,2-121,3 об/мин.*

Заключение. *Применение кулачкового встряхивающего механизма позволяет повысить качество работы пальчиковой горки и обеспечить возможность регулировки частоты и амплитуды при изменении почвенно-климатических условий.*

Ключевые слова: *картофель, уборка, машина, сепарация, повреждения, потери.*

Введение

Производство картофеля характеризуется значительными затратами на уборочный процесс; даже при механизированной уборке они составляют до 60 % общих затрат [1-4]. При уборке от клубней отделяется значительное количество почвы в основном за счет двух способов: просеивания мелкой почвы и выделения комков, камней и растительных примесей выносной сепарацией [5-9]. Учитывая изменчивость климата России и короткие сроки проведения уборочных работ, уборка картофеля проводится в тяжелых условиях. Просеивающие сепараторы недостаточно эффективны на суглинистых почвах при повышенной или пониженной влажности, что вызывает снижение агротехнических и эксплуатационных показателей уборочной техники [10-13]. Это приводит к возрастанию нагрузки на органы выносной сепарации, в частности, на пальчиковые горки.

© Безносюк Р. В., Евтехов Д. В., Борычев С. Н., Костенко М. Ю., Рембалович Г. К., 2020 г.

Материалы и методы исследований

Исследованиями выносной сепарации занимались ученые: Безносюк Р.В., Бышов Д.Н., Бышов Н.В., Даневски Л., Рембалович Г.К., Сорокин А.А. и другие [2, 3, 10, 11, 14-17]. Даневски Л. [15] предложил одним из первых использовать встряхиватель полотна пальчиковой горки (рис. 1). Предложенный им встряхивающий механизм был достаточно сложен и приводил к быстрому износу транспортера в месте соприкосновения [1]. Бышовым Д.Н. предложена пальчиковая горка со встряхивающим механизмом в виде двуплечего рычага, контактирующего с кулачком, расположенным на приводном валу [14]. Встряхивающий механизм имеет возможность перемещаться вдоль полотна горки, что позволяет избежать чрезмерного износа транспортера (рис. 2).

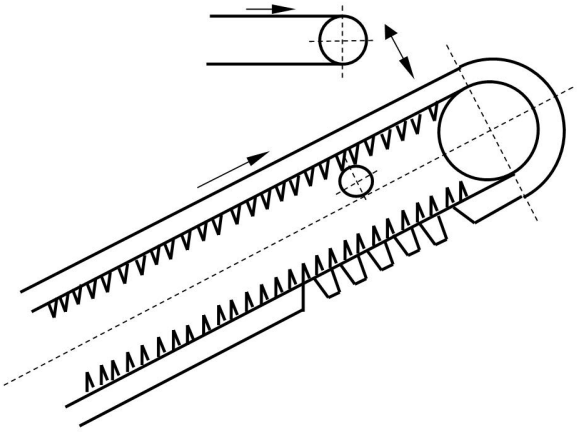
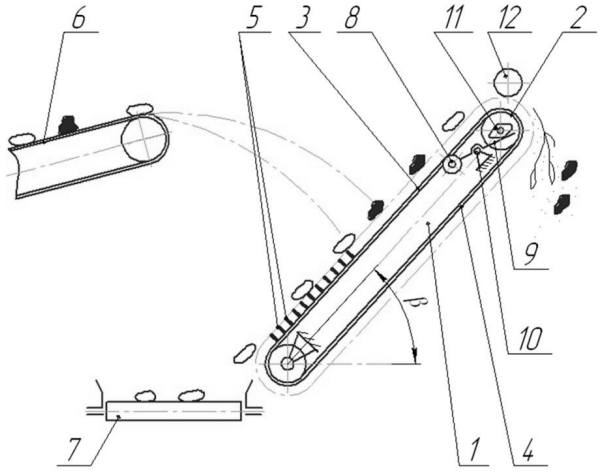


Рис. 1 – Пальчиковая горка со встряхивающим механизмом



1 – корпус пальчиковой горки; 2 – транспортер с пальцами; 3 – рабочая ветвь транспортера; 4 – обратная ветвь транспортера; 5 – пальцы; 6 – сепарирующий элеватор; 7 – ковшовый элеватор; 8 – ролик; 9 – двуплечий рычаг; 10 – крепление механизма; 11 – кулачок

Рис. 2 – Пальчиковая горка с кулачковым механизмом

Кулачковый механизм не обеспечивает изменение частоты колебании полотна транспортера, так как частота вращения кулачка зависит от частоты вращения приводного вала пальчиковой горки.

Предварительно отсепарированный картофельный ворох, попадая на пальчиковую горку, должен находиться в постоянном движении, чтобы обеспечивать отделение клубней картофеля от примесей. В реальных условиях часть крупных компонентов сразу скатывается с горки за счет установки определенного угла наклона, а более мелкие компоненты двигаются вместе с горкой до отбойного валика или дополнительных устройств для сталкивания компонентов и обеспечения их движения [2, 3, 5, 10, 11, 14-17]. Таким образом, работает только верхняя часть горки, что снижает производительность и качество очистки. Колебания пальчатого транспортера горки позволят интенсифицировать процесс разделения компонентов картофельного вороха и увеличить площадь сепарации. Почвенные комки, камни и растительные примеси благодаря колебаниям застревают между пальцами транспортера, а округлые клубни картофеля приобретают дополнительную подвижность. Комки почвы, застрявшие между пальцами транспортера, подвергаются воздействию отбойного валика или дополнительных устройств, в результате чего они разрушаются и сепарируются. Настройка колебаний пальчиковой горки производится исходя условий уборки и типа почвы путем регулирования частоты вращения кулачкового блока и высоты его установки.

При механическом воздействии пальцев транспортера горки может повреждаться кожица клубней, возникают ушибы, которые проявляются как потемнение мякоти [8, 18]. Большое количество незначительных механических повреждений увеличивает вероятность заражения патогенными бактериями и грибами, что снижает качество картофеля [8, 9, 19]. Наибольшее количество значительных повреждений клубней образуется во время уборки. Характер повреждаемости клубней картофеля определяется параметрами и режимами, а также сортовыми особенностями, размерами клубней, и почвенно-климатическими условиями. Однако наибольшее влияние на повреждения клубней оказывают параметры и режимы пальчиковой горки.

Рассмотрим взаимодействие кулачка встряхивающего механизма с пальчатым полотном горки раската (рис. 3).

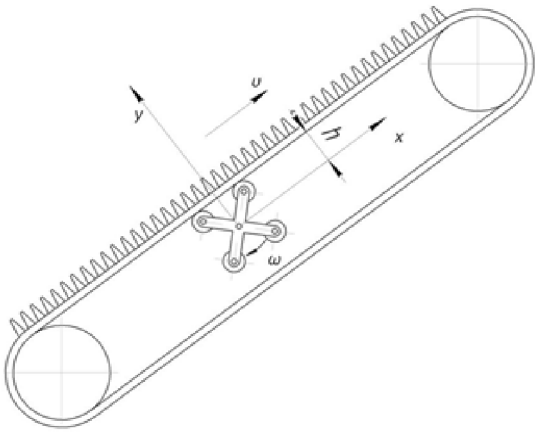


Рис. 3 – Расчетная схема к определению параметров кулачкового встряхивающего механизма

Результаты исследований и обсуждение

Зададимся параметрами кулачка встряхивающего механизма (рис. 4)

Максимальный и минимальный радиусы кулачка связаны зависимостью:

$$R_{min}=R_{max}\cdot\cos45° \quad (1)$$

Допустим, что кулачок встряхивающего механизма вращается с постоянной скоростью, тогда угол поворота запишем как:

$$\varphi=\omega\cdot t \quad (2)$$

где ω – угловая скорость кулачка, рад/с; φ – угол поворота кулачка, рад; t – время вращения кулачка, с.

Высота подъема пальчатого полотна будет определяться фазой поворота кулачка:

$$y=(R_{max}\cdot\cos\varphi+r)-h \quad (3)$$

где: y – амплитуда колебаний пальчатого полотна, м; h – расстояние между пальчатым полотном и осью вращения кулачка, м.

Подставив выражение (2) в выражение (3), получим:

$$y=(R_{max}\cdot\cos(\omega\cdot t)+r)-h \quad (4)$$

Продифференцировав выражение (4) по времени, получим нормальную скорость полотна горки раската

$$u_y=\frac{dy}{dt}=R_{max}\cdot\omega\cdot\sin(\omega\cdot t) \quad (5)$$

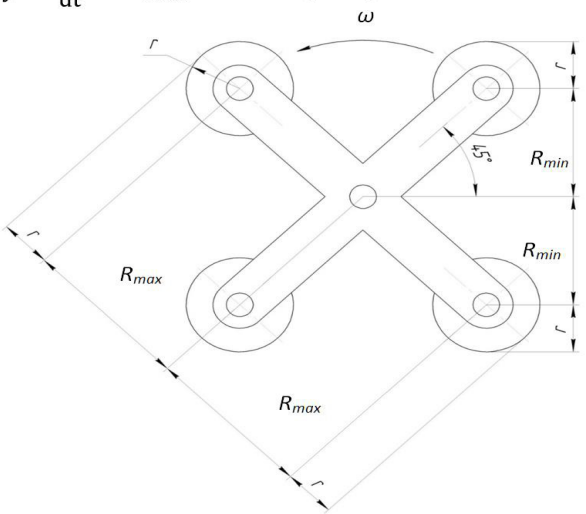


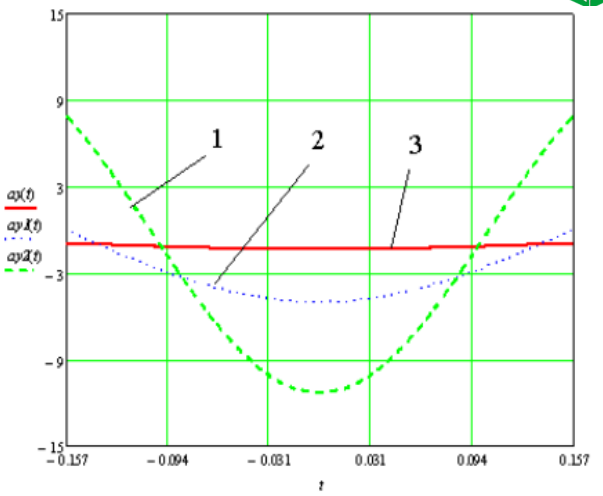
Рис. 4 – Расчетная схема к определению параметров кулачка встряхивающего механизма

Анализируя скорость колебаний полотна горки, можно видеть, что она зависит от радиуса кулачка и угловой скорости (рис. 5)

Для определения ускорений полотна горки, продифференцируем выражение (5) и получим

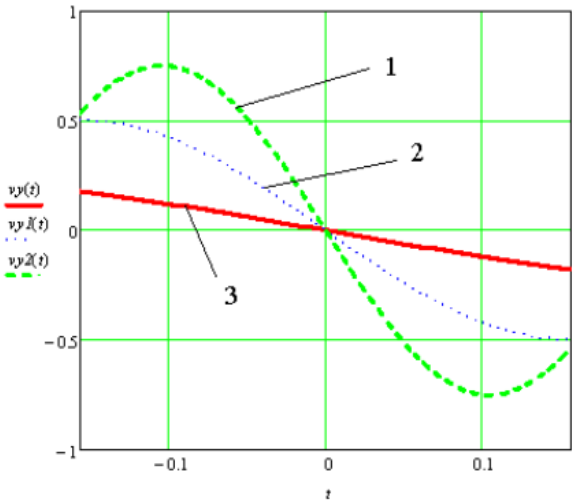
$$a_y=\frac{d^2y}{dt^2}=R_{max}\cdot\omega^2\cdot\cos(\omega\cdot t) \quad (6)$$

Анализ выражение (6) показал, что ускорение подбрасывания полотна в значительной степени зависит от угловой скорости кулачка (рис. 6).



1 – угловая скорость ω= 15 рад/с; 2 – угловая скорость ω= 10 рад/с; 3 – угловая скорость ω= 5 рад/с

Рис. 5 – Графическая зависимость скорости колебания полотна горки от угловой скорости



1 – угловая скорость ω= 15 рад/с; 2 – угловая скорость ω= 10 рад/с; 3 – угловая скорость ω= 5 рад/с

Рис. 6 – Графическая зависимость ускорения подбрасывания полотна от угловой скорости кулачка

Зная зависимость ускорения подбрасывания полотна от угловой скорости кулачка, применим принцип Даламбера для определения необходимой величины угловой скорости кулачка (рис. 7).

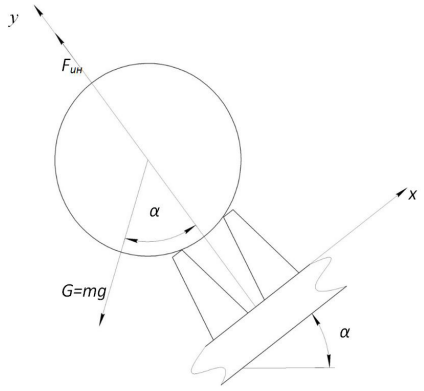


Рис. 7 – Расчетная схема к определению величины ускорений встряхивателя

Составим уравнение равновесия клубня на пальчиковой горке

$$\overline{G} + F_{ин} = 0 \quad (8)$$

где: G – вес клубня, Н; $F_{ин}$ – сила инерции клубня при подбрасывании полотна горки, Н

Спроецировав выражение на ось OY, получим:

$$-G \cdot \cos\alpha + F_{ин} = 0 \quad (9)$$

где: α – угол наклона пальчатой горки, учитывая, что силы, входящие в выражение (9), можно записать в виде

$$G = m \cdot g \quad (10)$$

$$F_{ин} = m \cdot a_y \quad (11)$$

где m – масса клубня, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; a_y – ускорение полотна горки, м/с².

Тогда с учетом выражений (10) и (11) выражение (9) запишем в виде:

$$-m \cdot g \cdot \cos\alpha + m \cdot a_y = 0 \quad (12)$$

Клубень выйдет из состояния равновесия при условии

$$a_y > g \cdot \cos\alpha \quad (13)$$

Учитывая, что угол наклона пальчиковой горки составляет 12°-35°, величина ускорений для скатывания клубней по горке составит

a_y = 9,59- 8,0 м/с², что соответствует угловой скорости кулачка встряхивающего механизма 13,8- 12,7 рад/с или частоте вращения 132,2-121,3 об/мин.

Таким образом, задавшись амплитудой кулачка встряхивающего механизма, мы определили ускорение подбрасывания пальчатого полотна, при котором не происходит потерь клубней картофеля на горке раската и исключаются повреждения клубней картофеля.

Исследованиями Бышова Д.Н. установлено, что подбрасывание полотна пальчиковой горки позволяет повысить степень очистки – чистота клубней в таре возросла на 6,4 %, а производительность уборочной машины выросла на 4 %. Рембалович Г.К. установил, что изменение почвенно-климатических условий уборки картофеля существенно влияет на чистоту клубней в таре и их повреждаемость, поэтому необходимо иметь возможность регулировки параметров рабочего органа выносной сепарации. Профессор Сорокин А. А. установил взаимосвязь между качеством работы и энергетическими показателями сепарирующей горки картофелеуборочного комбайна, что доказывает необходимость тщательного выбора режимов работы органов выносной сепарации. Перечисленное позволяет утверждать, что кулачковый встряхивающий механизм позволяет повысить качество работы пальчиковой горки и обеспечить возможность регулировки частоты и амплитуды при изменении почвенно-климатических условий.

Заключение

Таким образом, задавшись амплитудой кулачка встряхивающего механизма, мы определили ускорение подбрасывания пальчатого полотна, при котором не происходит потерь клубней картофеля на горке раската и исключаются повреждения клубней. Задавшись углом наклона пальчиковой горки, который составляет 12°-35°, установили, что величина ускорения составит для скатывания клубней по горке ау = 9,59-8,0 м/с², что соответствует угловой скорости 13,8-12,7 рад/с или частоте вращения кулачка встряхивающего механизма 132,2-121,3 об/мин.

Список литературы

1. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А.А. Симдянкин, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №10(114). С. 985 – 1000. – IDA [article ID]: 1141510075. – URL: http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/75.pdf

2. Борычев, С.Н Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей погрузчиков и комбайнов. [Текст] : дис. докт. техн. наук / Рязань, 2008. - 484с.–URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004396227

3. Лапин, Д. А. Обоснование параметров дискового ворошителя сепарирующего элеватора картофелеуборочных машин [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.20.01 / Лапин Дмитрий Александрович. - Рязань, 2018. - 133 с.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01008717111

4. Potato production and innovation technologies. Edited by A.J. Haverkort, B.V. Anisimov, Wageningen Academic Pablishers, the Netherlands. 2007, s.422.– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24255192

5. Якутин, Н.Н. Результаты экспериментальных исследований машинной уборки картофеля усовершенствованным копателем КТК-2В / Н.Н. Якутин, Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №99 (05). – С. 1052 – 1061.– URL: http://ej.kubagro.ru/ 2014/05/pdf/72.pdf.

6. Borychev S.N. The ways of solving the problem of mechanized gathering potato by using different technologies / S.N. Borychev, A.V. Parshkov, Y.K. Rembalovich // Materiáli IV mezinárodnívêdecko-Praktická conference. Vêda a technologie: krok do budoucnosti 2008. – Praha: Publishing House «Education and Science», 2008. – S. 16–17.– URL: http://www.rusnauka.com/8_NIT_2008/Tethis/Tecnic/23736.doc.htm

7. Schulze, P. Root Crop Harvesting / P. Schulze, O. Roller, R. Peters. – JahrbuchAgrartechnik 2011, Band 23, DLG – Verlag, s. 87 – 89.

8. Liske P. Baugruppen zur Verminderung der Kartoffellbelastungen in der Annahmesrteke bei schwierigen Einsatzbedigungen [Text] / P. Liske, L. Fischer // Agrartechnik. - Bd. 37. - Jg. 8. - 1987. - s. 352 - 353

9. Edna P. Hasson. Separation and Characterization of Potato Lipid Acylhydrolases/ Edna P. Hasson, George G. Laties // Plant Physiol. - 1976. - № 57(2). — s. 142-147.

10. Бышов, Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повы-

шение эффективности картофелеуборочных машин / Н.В. Бышов // Дис. доктора. техн. наук. - : 05.20.01 / Бышов Н.В. - Рязань, 2000. - 414 с.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000300784

11. Паршков, А.В. Совершенствование технологического процесса и органа вторичной сепарации картофелеуборочной машины: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Паршков Андрей Викторович; [Место защиты: Рязан. гос. с.-х. акад. им. П.А. Костычева]. - Рязань, 2008. - 172 с. : ил.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004238508

12. Михеев, В.В.Технико-экономическое обоснование направлений совершенствования машинных технологий возделывания картофеля и овощей/ В.В. Михеев, П.С. Звягинцев, А.Г. Пономарев // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина. - М.: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2013. - С. 179-184.– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23349070

13. Основные задачи и направления нир по снижению повреждений картофеля и овощей в машинных технологиях их производства/ В.Н. Зернов, С.Н. Петухов, А.Г. Аксенов [и др.] // Агротехника и энергообеспечение. 2019. - № 4 (25). - С. 6-16.– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41725882

14. Бышов, Д.Н. Усовершенствованный технологический процесс и орган выносной сепарации картофелеуборочных машин: диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Бышов Дмитрий Николаевич; [Место защиты: Рязан. гос. агротехнолог. ун-т им. П.А. Костычева]. - Рязань, 2011. - 161 с. : ил.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004958606

15. Даневски, Л. Интенсификация сепарации почвенных комков горкой ботвоудалителя в самоходном картофелеуборочном комбайне КСК-4-1 / Л. Данилевски. Автореф. дис. . канд. техн. наук. Минск, 1986. - 20 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01008669451

16. Рембалович, Г.К. Повышение эффективности функционирования и надежности сепарирующей горки картофелеуборочных машин / Г. К. Рембалович. Дис. канд. техн. наук. - Саранск, 2005.-167 с.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01005101723

17. Сорокин, А.А. Энергетический метод расчета сепарирующей горки картофелеуборочного комбайна / А.А.Сорокин, В. Ю. Кривошеев // Сб. научных трудов Московского ИИСП. 1983 . - №1. - С . 43 - 45.

18. Baritelle, A. A classification system for impact-related defects in potato tubers /A. Baritelle, G. Hide, R. Thornton, R. Bajema // American Journal Of Potato Research. – 2000 (Vol. 77). – P. 143.– URL: https://www.researchgate.net/publication/225910070_A_classification_system_for_impact-related_defects_in_potato_tubers

19. Wustman R., Carnegie S.F. Assesstent of new potato cultivars in Europe: a survey. // Potato Research. – 2000 (Vol. 43). – p. 97.– URL: https://www.researchgate.net/publication/225807341_Assessment_of_new_potato_cultivars_in_Europe_A_survey

INCREASED EFFICIENCY FOR CLEANING THE HEAVES IN POTATO HARVESTING MACHINES

Beznosyuk Roman V., *cand. tech. sci., associate professor, Department of metal technology and repair of machinery, romario345830@yandex.ru*

Evtekhov Dmitry V., *postgraduate student, evtechov2015@yandex.ru*

Borychev Sergey N., *Dr. tech. sci., Professor, university@rgatu.ru*

Kostenko Mikhail Yu., *Dr. tech. sci., Professor, Department of metal technology and repair of machinery, kostenko.mihail2016@yandex.ru*

Rembalovich Georgy K., *Dr. tech. Sci, Dean of the Faculty of Road Transport, rgk.rgatu@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Problem and purpose*. When harvesting potatoes, a significant amount of soil is separated from tubers. Screening separators are not effective enough on loamy soils with high or low humidity, which leads to a decrease in the agrotechnical and operational indicators of harvesting equipment This causes an increase in the load on external separation organs, in particular, on hedgehog slides.*

Methodology. *The pre-separated potato heap, falling on the hedgehog, must be in constant motion to ensure the separation of potato tubers from impurities. Oscillations of the roller slide conveyor make it possible to intensify the process of separating the components of the potato heap and to increase the separation area. Soil lumps, stones and plant impurities get stuck between the conveyor fingers due to vibrations, and rounded potato tubers acquire additional mobility. The vibration of the hedgehog slide is adjusted based on the harvesting conditions and soil type by adjusting the rotational speed of the cam block and the height of its installation. The interaction of the pin of the shaking mechanism with the finger-like blade of the slide is considered. The oscillation speed of the roller bed depends on the radius of the pin and the angular velocity.*

Results. *Analysis has shown that the acceleration of the belt throw depends largely on the angular velocity of the pin. It was found that at an angle of inclination of the hedgehog slide of 12° - 35°, the magnitude of the accelerations for rolling tubers down the hill is ay = 9.59 – 8.0 m/s2, which corresponds to the angular velocity of the shaking mechanism pin 13.8 – 12.7 rad/s or a speed of 132.2 – 121.3 rpm.*

Conclusion. *The use of a pin shaking mechanism improves the quality of the hedgehog slide and provides the ability to adjust the frequency and amplitude when soil and climatic conditions change.*

Key words: *potatoes, harvesting, machine, separation, damage, loss.*

Literatura

1. Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya kartofeleuborochnoj tekhniki / A.A. Simdyankin, M.YU. Kostenko, G.K. Rembalovich i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №10(114). S. 985 – 1000. – IDA [article ID]: 1141510075. – URL: http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/75.pdf

2. Borychev, S.N Mashinnye tekhnologii uborki kartofelya s ispol'zovaniem usovershenstvovannyh kopatelej, kopatelej pogruzchikov i kombajnov. [Tekst] : dis. dokt. tekhn. nauk / Ryazan', 2008. - 484s.–URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004396227

3. Lapin, D. A. Obosnovanie parametrov diskovogo voroshitelya separiruyushchego elevatora kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] : dis. kand. tekhn. nauk : 05.20.01 / Lapin Dmitrij Aleksandrovich. - Ryazan', 2018. - 133 s.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01008717111

4. Potato production and innovation technologies. Edited by A.J. Haverkort, B.V. Anisimov, Wageningen Academic Pablishers, the Netherlands. 2007, s.422.– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24255192

5. YAkutin, N.N. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij mashinnoj uborki kartofelya usovershenstvovannym kopatelem KTK-2V / N.N. YAkutin, N.V. Byshov, G.K. Rembalovich [i dr.] // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – №99 (05). – S. 1052 – 1061.– URL: http://ej.kubagro.ru/ 2014/05/pdf/72.pdf.

6. Borychev S.N. The ways of solving the problem of mechanized gathering potato by using different technologies / S.N. Borychev, A.V. Parshkov, Y.K. Rembalovich // Materiáli IV mezinárodnívêdecko-Praktická conference. Vêda a technologie: krok do budoucnosti 2008. – Praha: Publishing House «Education and Science», 2008. – S. 16–17.– URL: http://www.rusnauka.com/8_NIT_2008/Tethis/Tecnic/23736.doc.htm

7. Schulze, P. Root Crop Harvesting / P. Schulze, O. Roller, R. Peters. – JahrbuchAgrartechnik 2011, Band 23, DLG – Verlag, s. 87 – 89.

8. Liske P. Baugruppen zur Verminderung der Kartoffellbelastungen in der Annahmesrteke bei schwierigen Einsatzbedigungen [Text] / P. Liske, L. Fischer // Agrartechnik. - Bd. 37. - Jg. 8. - 1987. - s. 352 - 353

9. Edna P. Hasson. Separation and Characterization of Potato Lipid Acylhydrolases/ Edna P. Hasson, George G. Laties // Plant Physiol. - 1976. - № 57(2). — s. 142-147.

10. Byshov, N.V. Nauchno-metodicheskie osnovy rascheta separiruyushchih rabochih organov i povyshenie effektivnosti kartofeleuborochnyh mashin / N.V. Byshov // Dis. doktora. tekhn. nauk. - : 05.20.01 / Byshov N.V. - Ryazan', 2000. - 414 s.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000300784

11. Parshkov, A.V. Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa i organa vtorichnoj separacii kartofeleuborochnoj mashiny: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskih nauk: 05.20.01 / Parshkov Andrej Viktorovich; [Mesto zashchity: Ryazan. gos. s.-h. akad. im. P.A. Kostycheva]. - Ryazan', 2008. - 172 s. : il.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004238508

12. Miheev, V.V.Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie napravlenij sovershenstvovaniya mashinnyh tekhnologij vozdelyvaniya kartofelya i ovoshchej/ V.V. Miheev, P.S. Zvyagincev, A.G. Ponomarev // Sistema tekhnologij i mashin dlya innovacionnogo razvitiya APK Rossii : sbornik nauchnyh dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii, posvyashchennoj 145-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika zemledel'cheskoj mekhaniki akademika V.P. Goryachkina. - M.: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizacii sel'skogo hozyajstva, 2013. - S. 179-184.– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23349070

13. Osnovnye zadachi i napravleniya nir po snizheniyu povrezhdenij kartofelya i ovoshchej v mashinnyh tekhnologiyah ih proizvodstva/ V.N. Zernov, S.N. Petuhov, A.G. Aksenov [i dr.] // Agrotekhnika i energoobespechenie. 2019. - № 4 (25). - S. 6-16.– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41725882

14. Byshov, D.N. Usovershenstvovannyj tekhnologicheskij process i organ vynosnoj separacii kartofeleuborochnyh mashin: dissertaciya ... kandidata tekhnicheskih nauk : 05.20.01 / Byshov Dmitrij Nikolaevich; [Mesto zashchity: Ryazan. gos. agrotekhnolog. un-t im. P.A. Kostycheva]. - Ryazan', 2011. - 161 s. : il.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004958606

15. Danevski, L. Intensifikaciya separacii pochvennyh komkov gorkoj botvoudalitelya v samohodnom kartofeleuborochnom kombajne KSK-4-1 / L. Danilevski. Avtoref. dis. . kand. tekhn. nauk. Minsk, 1986. - 20 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01008669451

16. Rembalovich, G.K. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya i nadezhnosti separiruyushchej gorki kartofeleuborochnyh mashin / G. K. Rembalovich. Dis. kand. tekhn. nauk. - Saransk, 2005.-167 s.– URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01005101723

17. Sorokin, A.A. Energeticheskij metod rascheta separiruyushchej gorki kartofeleuborochnogo kombajna / A.A.Sorokin, V. YU. Krivosheev // Sb. nauchnyh trudov Moskovskogo IISP. 1983 . - №1. - S . 43 - 45.

18. Baritelle, A. A classification system for impact-related defects in potato tubers /A. Baritelle, G. Hide, R. Thornton, R. Bajema // American Journal Of Potato Research. – 2000 (Vol. 77). – P. 143.– URL: https://www.researchgate.net/publication/225910070_A_classification_system_for_impact-related_defects_in_potato_tubers

19. Wustman R., Carnegie S.F. Assesstent of new potato cultivars in Europe: a survey. // Potato Research. – 2000 (Vol. 43). – p. 97.– URL: https://www.researchgate.net/publication/225807341_Assessment_of_new_potato_cultivars_in_Europe_A_survey

УДК 631.22.018

10.36508/RSATU.2020.48.4.012

ЭКОСИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой строительства инженерных сооружений и механики, 89066486088@mail.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, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЛИМАРЕНКО Николай Владимирович, *канд. техн. наук, учебный мастер кафедры технической эксплуатации транспорта Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, доцент кафедры электротехники и электроники Донского государственного технического университета, limarenkodstu@yandex.ru*

Проблема и цель. *Перспективным энергоносителем, потенциал которого в полной мере можно использовать лишь при обеспечении допустимого уровня его санитарно-эпидемиологической безопасности, является бесподстилочный навоз. В зависимости от природно-климатических условий, технологии содержания животных и способа удаления его агрохимические свойства могут существенно отличаться. Поэтому важным критерием энергетически и экологически эффективной утилизации является понимание направления дальнейшего использования. Целью данного исследования является разработка методики оценки потенциала органических отходов животновдства как эффективного энергоносителя.*

Методология. *Приведена классификация типов органических отходов животноводства в зависимости от направлений их утилизации. Произведена оценка среднегодового объёма образуемого навоза, на основании которой сформулированы основные параметры энергетически эффективной их утилизации: удельные затраты на сбор, транспортировку и внесение отходов, МДж; удельные затраты на обеззараживание, МДж; энергетический потенциал, характеризующий отношение валовой и обменной энергии энергоносителя, МДж; биоэнергетический кпд, определяющий пролонгированность агрохимического эффекта к использованному потенциалу внесённого удобрения в течение 3-5 лет в соответствии с севооборотом, природно-климатическими и агрохимическими условиями.*

Результаты. *Представлена модель взаимодействия животноводческих комплексов с атмосферой, почвой, поверхностными и грунтовыми водами в виде экосистемы, позволяющей оценить основные категории элементов, взаимодействующих с окружающей средой на всех этапах утилизации бесподстилочного навоза. Основными элементами, выбрасываемыми в атмосферу при утилизации свиного бесподстилочного навоза, являются: аммиак NH3, оксид азота N_2O, метан CH_4, оксид углерода CO_2; в почву, поверхностные и грунтовые воды: оксид фосфора P_2O_5, соли азотной кислоты в виде нитрат анионов NO_3-, сульфатредукторы, а также патогенные формы колониеобразующих единиц (КОЕ) общих колиформных бактерий (ОКБ), бляшкообразующих единиц (БОЕ), термотолерантных колиформных бактерий (ТТКБ), фекальных стрептококков (ФКСТК). Доказано, что наиболее существенной операцией, определяющей уровень санитарно-эпидемиологической безопасности утилизируемого органического материала, является его обеззараживание.*

Заключение. *Наибольшую экологическую нагрузку и патогенность представляют жидкие отходы свиноводства при бесподстилочном содержании животных. Соответственно, важным фактором, определяющим безопасность экосистемы утилизации органических отходов животноводства, является определение оптимальных параметров их обеззараживания.*

Ключевые слова: *органические отходы животноводства, бесподстилочный навоз, обеззараживание утилизации бесподстилочного навоза, экосистема бесподстилочного навоза.*

Введение

Органические отходы сельского хозяйства, в частности, бесподстилочный навоз, являются мощным энергоносителем, потенциал которого используется недостаточно эффективно. Это связано с необходимостью подавления его патогенной составляющей, что требует разработки новых технических средств и решений. Одним из основных направлений утилизации органических отходов сельского хозяйства является их использование

© Борычев С. Н., Успенский И. А., Юхин И. А., Лимаренко Н. В., 2020 г.

в качестве органических удобрений, к преимуществам которых можно отнести:

– компенсацию выноса биогенных элементов с полей при уборке урожая;

– накопление гумуса;

– поддержку естественного уровня pH;

– выделение углекислого газа, необходимого для фотосинтеза растений и естественной защиты почвенного грунта за счёт интенсификации им движения почвенных фосфатов;

– снижение сопротивления почвы механической обработке и, как следствие, снижение удельной энергоёмкости операционных воздействий.

Индустриальный подход к животноводству требует бесподстилочного содержания, результатом которого является бесподстилочный навоз. По результатам исследований [1-7] в таблице 1 представлены агро-физико-химические свойства органических отходов животноводства.

Таблица 1 – Агро-физико-химические свойства органических отходов животноводства

№ п/п	Параметр (кг. вещества в 1т. материала)	Органические отходы при влажности, W							
		свиньи				КРС	птица	МНС	лошади
		70 %	90 %	95 %	98 %	70 %	70 %	70 %	70 %
1	Органическое вещество	240,0	115,0	40,0	18,0	210,0	350,0	300	230,0
2	$N_{общ}$	5,0	4,5	2,5	0,7	5,0	16,0	8,0	8,0
3	P_2O_5	2,0	2,5	0,9	0,4	2,5	15,0	2,5	2,5
4	K_20	6,0	3,0	1,8	0,7	6,0	8,0	6,5	5,5
5	CaO	1,8	1,9	0,6	–	4,0	24,0	3,3	4,4
6	MgO	0,8	1,0	0,2	–	1,1	7,0	1,8	1,2
7	SO_4	0,8	0,4	0,1	–	0,6	4,0	1,5	0,4

Как видно из таблицы 1, несмотря на высокое содержание влаги органические отходы животноводства при бесподстилочном подходе к содержанию животных обладают высокой удобрительной ценностью за счёт содержания биогенных веществ. Для оценки энергетического потенциала и ориентировочного объёма образуемых органических отходов рассмотрим данные Росстата для формирования картины динамики поголовья [8, 9]. На рисунке 1 представлена динамика распределения поголовья сельскохозяйственных животных с 2005 по 2019 год.

Проанализировав данные Росстата, можно сделать вывод, что во всех сферах животноводства наблюдается устойчивый рост, что приводит к увеличению объёмов отходов и делает актуальной разработку технических средств и решений, обеспечивающих повышение эффективности утилизации и использования энергетического потенциала отходов.

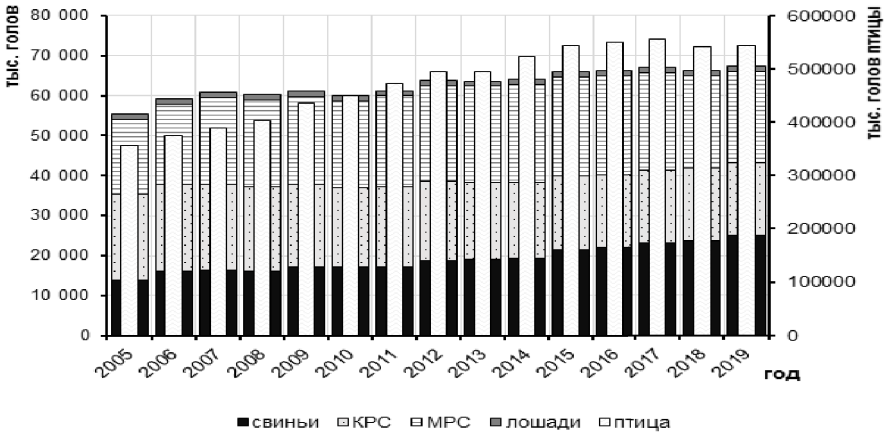


Рис. 1 – Динамика распределения поголовья сельскохозяйственных животных

Целью данного исследования является разработка методики оценки потенциала органических отходов животновдства как эффективного энергоносителя.

Для достижения поставленной цели необходимо:

– сформулировать возможные направления утилизации в зависимости от физико-химических свойств и типов животных;

– оценить потенциальный объём образуемого навоза с учётом технологических особенностей содержания животных разного типа и производственной мощности хозяйства;

– сформировать модель экосистемы животноводства для определения наиболее энергозатратных операций при оценке уровня их взаимодействия.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются органические отходы животноводства, предметом – энергетический потенциал навоза и направления его утилизации. Как показал анализ [6, 10, 11-13], рост производственных мощностей хозяйств и индустриализация животноводства с соблюдением санитарно-эпидемиологических регламентов требуют бесподстилочного содержания животных, что приводит к увеличенному расходу воды и образованию больших объёмов жидких отходов. Соответственно, важным аспектом становится обеспечение максимальной энергетической эффективности [14]. Энергетическая эффективность технических средств и процессов в данном случае характеризуется следующими составляющими: степенью использования полезных параметрических свойств энергоносителей, а также степенью их преобразования в энергию. Рассматривая процесс утилизации органических отходов сельского хозяйства с учетом энергетической эффективности используемых технических средств и процессов для формулировки условия использования их полезных свойств, обратимся к таблице 1 [15-19]. Граничными условиями, регламентирующими эффективность их перехода в кинетическую энергию, выступают параметры, характеризующие санитарно-эпидемиологическое состояние среды. В зависимости от направления утилизации они будут определяться комплексами соответствующих нормативных документов: ГОСТ 26074-84; ГОСТ 30775-2001; ГОСТ Р 51769-2001; Водный кодекс Российской Федерации; Кодекс РФ об административных правонарушениях, статья 8.2.3 «Несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при обращении с отходами животноводства»; МУ 2.1.5.800-99; СанПиН 2.1.7.573-96; ОСТ46.3.2.196 – 85 ССБТ и др. При этом целевой функцией минимизации выступает удельная энергоёмкость операционных воздействий технических средств.

Согласно результатам исследований [9, 11, 13, 20-27] отходы свиноводства представляют наибольшую экологическую нагрузку на био- агроценозы в условиях бесподстилочного содержания, поэтому рассмотрим их в качестве объекта оценки энергетического потенциала. При этом стоит учитывать один из критериев экологической безопасности – проектирование производственной мощности хозяйства исходя из объёма доступных площадей под внесение навоза. Одним из перспективных способов определения энергетического потенциала свиного навоза с учетом среднегодовых значений его выхода является метод энергетических аналогий. Суть метода заключается в определении ресурсного потенциала через его физические характеристики путём приравнивания удельного объёма материала к его электрическим и тепловым характеристикам [12-14, 17, 28].

Результаты исследования и их обсуждение

Систематизировав результаты исследований [1-4, 7, 23], рассмотрим органические отходы животноводства для различных типов животных, при этом образуемый в результате их деятельности свежий навоз зависит от способа содержания и используемых технических решений для его удаления. Направления его дальнейшего использования определим в зависимости от формы его синтеза при внесении в качестве органического удобрения. Полученная в результате данной систематизации классификация представлена на рисунке 2.

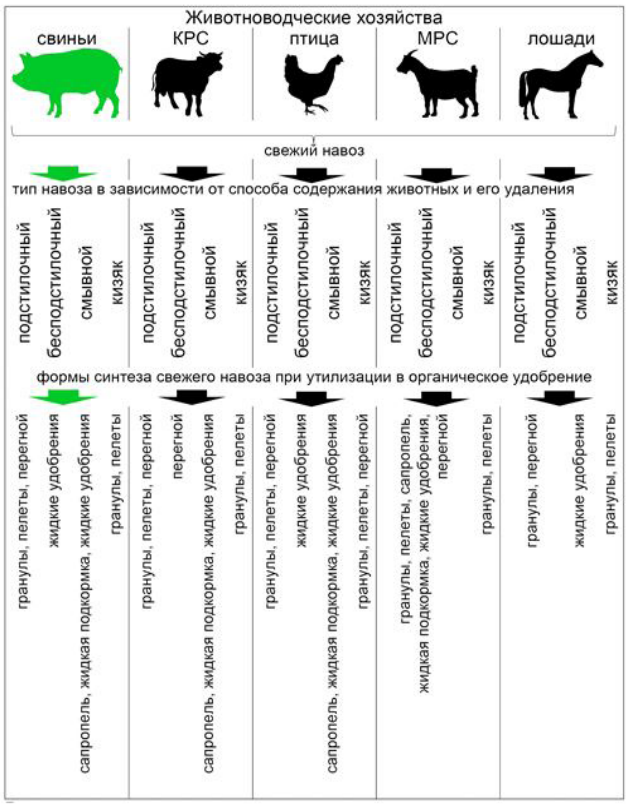


Рис. 2 – Классификация типов органических отходов животноводства в зависимости от направлений его утилизации

Несмотря на многообразие вариантов утилизации органических отходов, одним из основных критериев принятия оптимального решения при выборе направления и технологии является энергетическая эффективность. Ограничениями выступают природно-климатические условия региона, доступный уровень механизации, агрономические аспекты применения.

Соответственно, необходимо разработать методику оценки энергетической эффективности утилизации органических отходов как комплекса затрат.

Установлено, что наибольшую опасность с эпидемиологической точки зрения представляют собой отходы свиноводства. Для того чтобы определить наиболее рациональный вариант их утилизации, произведём оценку динамики их среднегодового объёма и сформулируем критерии энергетической и экологической их утилизации.

На рисунке 3 представлена динамика роста поголовья свиней в РФ за последние 30 лет и распределение поголовья по формам собственности хозяйств.

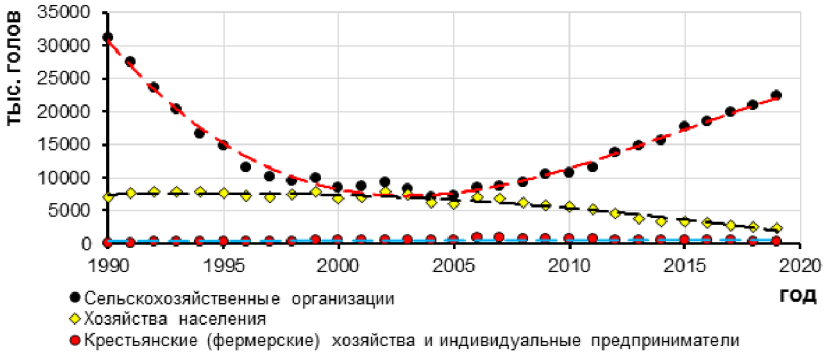


Рис. 3 – Распределение поголовья свиней по типам хозяйств

На рисунке 4 представлена динамика объёмов навоза, образуемого в хозяйствах разной производственной мощности: крупные сельскохозяйственные организации (24 000, 54 000, 108 000 голов и выше), хозяйства населения (≈ 1 500-3 000 голов и выше), крестьянские хозяйства и индивидуальные предприниматели (до 1 000 голов) [2, 23, 27, 28].

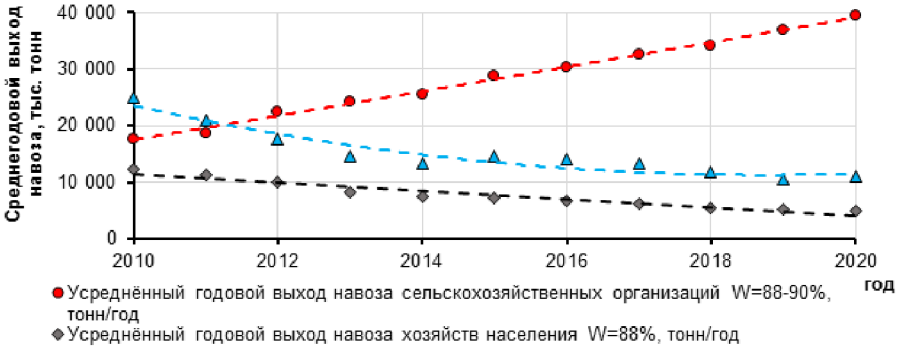


Рис. 4 – Динамика среднегодового выхода свиного навоза

Из данных рисунка 4 видно, что наблюдается устойчивый рост производственных мощностей крупных фермерских хозяйств с бесподстилочным содержанием животных; объёмы отходов, производимых средними хозяйствами населения, крестьянскими и хозяйствами индивидуальных предпринимателей также демонстрируют прирост. Следует отметить, что разработка технических средств и подходов, направленных на применение энергоэффективной утилизации, в последних группах является наиболее важной с экологической точки зрения.

Зная ориентировочные среднегодовые объёмы свиного навоза, можно перейти к оценке его энергетического потенциала. Ограничим параметрические составляющие энергетической эффективности технологий утилизации органических отходов животноводства, в частности, свиного бесподстилочного навоза, следующими составляющими:

– удельными затратами на сбор, транспортировку и внесение отходов, МДж;

– удельными затратами на обеззараживание, МДж;

– энергетическим потенциалом, характеризующим отношение валовой и обменной энергии энергоносителя, МДж;

– биоэнергетическим кпд, %, поскольку внесение бесподстилочного навоза в качестве жидкого органического удобрения обладает пролонгированным эффектом и позволяет использовать потенциал внесённого удобрения в течении 3…5 лет в соответствие с севооборотом, природно-климатическими и агрохимическими условиями.

С учётом сформулированных ограничений представим упрощенную схему экосистемы индустриального подхода к животноводству в рамках взаимодействия: атмосфера ↔ животноводческий комплекс ↔ отходы ↔ почва и поверхностные воды ↔ грунтовые воды. Блок-схема представлена на рисунке 5.

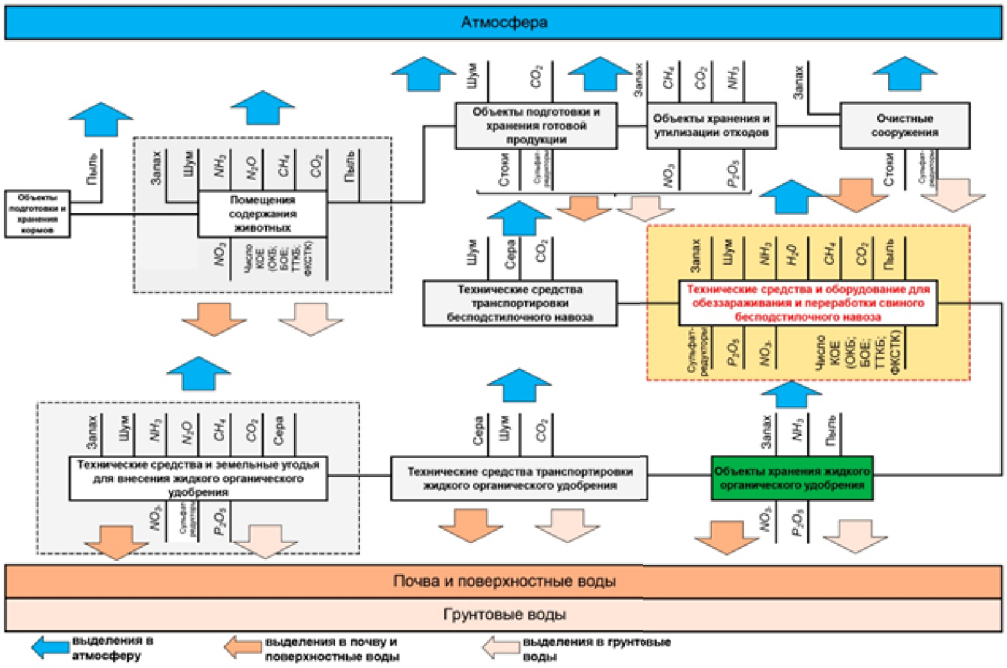


Рис. 5 – Традиционная экосистема индустриального подхода к животноводству

Проанализировав рисунок 5, можно сделать вывод, что традиционный подход к утилизации бесподстилочного навоза сопровождается атмосферными выбросами аммиака NH_3, оксида азота N_2O, оксида углерода CO_2 и метана CH_4 на этапах содержания животных, транспортировки и предварительного отстаивания образованных отходов, что создаёт существенную нагрузку на био- и агроценозы. Традиционный подход к утилизации бесподстилочного навоза чаще всего предусматривает естественное биотермическое обеззараживание в течение 6-12 месяцев в зависимости от природно-климатических условий. Отрицательной чертой традиционного подхода также являются выбросы нитрат анионов NO_3- и жидкостей, насыщенных патогенной микрофлорой (КОЕ общих колиформных бактерий, бляшкообразующих единиц, термотолерантных колиформных бактерий, фекальных стрептококков). Следовательно, перспективным решением является использование дополнительного обеззараживания на каждом этапе с использованием активатора физико-химических процессов [29,30]. На рисунке 6 представим усовершенствованную экосистему индустриального подхода к животноводству на примере свинокомплекса.

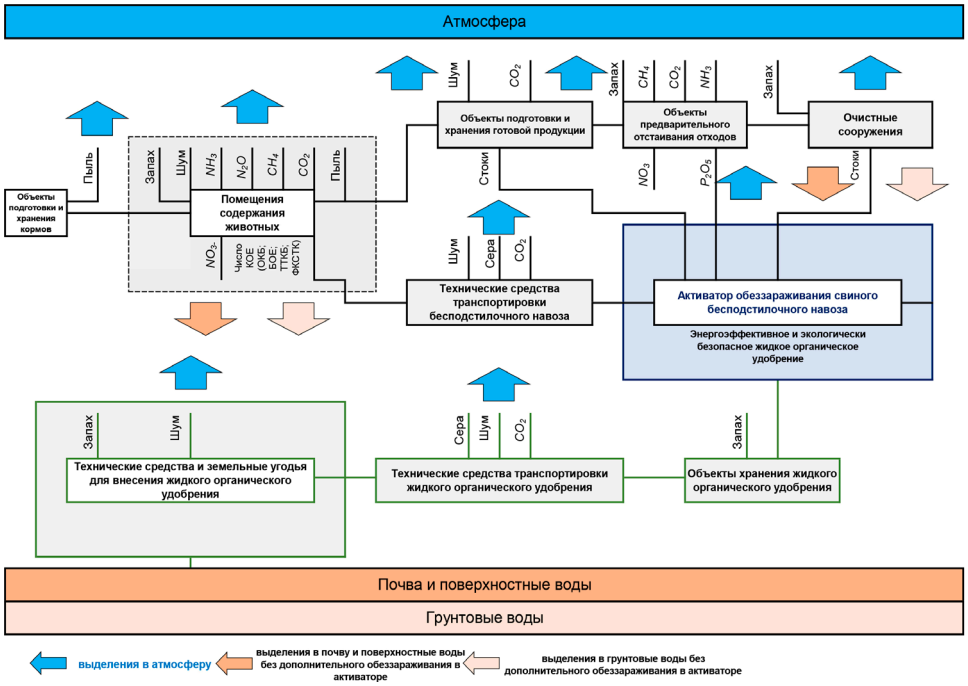


Рис. 6 – Усовершенствованная экосистема индустриального подхода к животноводству

Заключение

1. Установлено, что наибольшей экологической нагрузкой и патогенностью обладают жидкие отходы свиноводства при бесподстилочном содержании животных. Основными направлениями их утилизации являются пелеты, гранулы, сапропель, жидкая подкормка; однако наиболее приоритетным является использование их в качестве жидких органических удобрений.

2. Эффективность использования энергетического потенциала органических отходов свиноводства в качестве жидкого удобрения определяется их санитарно-эпидемиологической безопасностью и способом обеззараживания.

3. Доказан рост среднегодовых объёмов навоза, образуемого свиноводческими предприятиями, проведена категоризация мощностей хозяйств с ориентировочными уровнями их экологической нагрузки, сформулированы параметры энергетически и экологически эффективной утилизации навоза.

4. Сформирована модель экосистемы животноводства на примере свиноводческих хозяйств с бесподстилочном содержанием. Определены основные категории элементов, взаимодействующих с атмосферой при утилизации бесподстилочного навоза: аммиак NH_3, оксид азота N_2O, метан CH_4, оксид углерода CO_2; с почвой, поверхностными и грунтовыми водами происходит взаимодействие через выделение: оксидов фосфора P_2O_5, солей азотной кислоты в виде нитрат анионов NO_3-, сульфатредукторов, а также патогенных форм КОЕ. Установлено, что наиболее энергоёмкой операцией утилизационного цикла, определяющей экологическую безопасность и сохранность энергетических свойств, является обеззараживание; на основании этого предложено направление совершенствования экосистемы.

Список литературы

1. Павлов П.И. Эффективные средства механизации для удаления и утилизации навоза / П.И. Павлов // Естественные и технические науки. – 2017. – № 3 (105). – С. 87-89. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28960939

2. Бондаренко, А.М. Формирование механизма управления технологиями рециклинга органических отходов в аграрном секторе экономики / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова, А.Ф. Рева, Н.А. Глечикова // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 6. – С. 117-127. DOI: 10.34286/1995-4646-2019-69-6-117-127 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42393133

3. Шигапов, И.И. Модель биотехнической системы процесса уборки, транспортировки и переработки навоза / И.И. Шигапов // Аграрная наука. – 2017. – № 3. – С. 27-31. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28881573

4. Хмыров, В.Д. Эффективность системы применения удобрений в органическом земледелии / В. Д. Хмыров, Б.С. Труфанов, О.И. Журавлева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (58). – С. 14-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39554986

5. Новиков, А. Е. Моделирование гидродинамических и биоэкологических процессов очистки многокомпонентных систем от дисперсной фазы: монография / А.Е. Новиков, А.Б. Голованчиков, Е.А. Дугин, М.И. Филимонов; ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – 200 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41515043

6. Иовик, Л.Н. Агроэкономическая эффективность внесения органических удобрений на основе отходов биогазовой установки под ячмень на дерново-подзолистой супесчаной почве / Л.Н. Иовик // Почвоведение и агрохимия. – № 2 (55). – 2015. – С. 125-137. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36407674

7. Зимняков, В.М. Состояние и перспективы производства свинины в России / В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, Е.Н. Варламова // Нива Поволжья. – № 1 (50). – 2019. – С. 87-93. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37109433

8. Сельское хозяйство и балансы продовольственных ресурсов / Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy?print=1 (дата обращения 01.12.2020).

9. Интенсивное разведение свиней [Электронный ресурс] / Агровестник. URL: https://agrovesti.net/lib/tech/pig-breeding-tech/intensivnoe-razvedenie-svinej.html (дата обращения 01.12.2020).

10. Тиво, П.Ф. Анализ современных технологий использования животноводческих стоков / П.Ф. Тиво, А.С. Анженков, Л.А. Саскевич, Е.А. Бут // Мелиорация. – 2017. – № 3 (81). – С. 54-63. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32270084

11. Тиво, П.Ф. Опыт ряда стран по утилизации навоза и снижению выбросов аммиака / П.Ф. Тиво, Л.А. Саскевич, Е.А. Бут // Мелиорация. – 2017. № 1 (79). С. 62-69. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29450104

12. Куликова, М. А. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения на основе свиного навоза / М. А. Куликова, Т. А. Колесникова, Е. А. Грибут [и др.] // Плодородие. – 2019. – № 4 (109). – С. 49-51. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.16 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39238571

13. Баширов, В.Д. Особенности процесса утилизации навоза и помета сельскохозяйственных животных с получением органоминерального удобрения / В.Д. Баширов, А.В. Московец, Р.Ф. Сагитов // БИО. – 2019. – № 4 (223). – С. 24-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40926827

14. Плаксин, И.Е. Перспективные направления развития отрасли свиноводства в России / И.Е. Плаксин, С.И. Плаксин, А.В. Трифанов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2020. – № 2 (103). – С. 72-81. DOI: 10.24411/0131-5226-2020-10243 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43179387

15. Труфанов, Б.С Механизированный способ переработки отходов АПК с обеззараживанием наоснове раствора с ацетатом натрия и углеродными нанотрубками / Б.С. Труфанов, А.В. Щегольков, В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического

университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4 (36). – С. 113-117. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30022837

16. Kalyuga, V.V. Justification of choice of stress-free pig housing method on small-scale farms at designing stage / V.V. Kalyuga, A.V. Trifanov, V.I. Bazykin // Engineering for Rural Development. – 2019. – С. 349-354. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N164 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39549888

17. Сычёв, В. Г. Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почв / В. Г. Сычёв, Л. К. Шевцова, Г. Е. Мёрзлая // Агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 3-21. DOI: 10.7868/S0002188118020011 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32656262

18. Суржко, О.А. Исследования обеззараживания осадков бесподстилочного навоза от яиц гельминтов / О.А. Суржко, К.О. Оковитая // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2019. – № 4 (36). – С. 178-187. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-178-187 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41342899

19. Шалак, И.О. Управление питанием ячменя на основе использования жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза / И.О. Шалак // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 2. – С. 46-51. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43859783

20. Петрова, С.А. Анаэробная утилизация органических отходов в условиях криолитозоны / С.А. Петрова, М.К. Охлопкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 10 (180). – С. 38-44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42442050

21. Трифанов, А.В. Описание движения навозной массы для установившегося потока в коллекторе круглого сечения / А.В. Трифанов, В.И. Базыкин // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 3 (100). – С. 196-203. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10203 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41231601

22. Трифанов. А.В. Описание движения навозной массы для установившегося потока в коллекторе круглого сечения / А.В. Трифанов, В.И. Базыкин // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 3 (100). – С. 196-203. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41231601

23. Бышов, Н.В. Методика оценки уровня экологической нагрузки свиноводческих предприятий / Н.В. Бышов, Н.В. Лимаренко, И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Цымбал // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2020. – № 1 (57). – С. 268-278. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-27. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42842658

24. Цымбал, А.А. Моделирование эпидемиологических свойств бесподстилочного навоза при подготовке физико-химическим обеззараживанием / А.А. Цымбал, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Лимаренко // Вестник Рязанского агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – Рязань. – 2020. – № 3. – С. 89-98. DOI: 10.36508/RSATU.2020.28.75.016 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44275717

25. Босак, В.Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений / В.И. Босак. – Минск: БелНИВНФХв АПК, 2005. – 44 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37606627

26. Пындак, В.И. Энергоэффективность машин и орудий для глубокой обработки почвогрунтов / В.И. Пындак, А.Е. Новиков // Проблемы машиностроения и надежности машин. – № 6. – 2014. – С. 95-100. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22739933

27. Бышов, Н.В. Концептуальная модель энергетической эффективности получения экологически безопасного утилизационного свиного бесподстилочного навоза / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, И.А. Юхин, М.Н. Чаткин, Н.В. Лимаренко // Инженерные технологии и системы. – 2020. – № 3. – С. 394-412. DOI: 10.15507/2658-4123.030.202003.394-412. URL: http://vestnik.mrsu.ru/content/pdf/20-3/04.pdf

28. Byshov, N.V. Ecological and technological criteria for the efficient utilization of liquid manure / N.V. Byshov, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin, N.V. Limarenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012069. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42878732

29. Пат. 2680073. Способ обеззараживания жидких сред / В.П. Жаров, Б.Г. Шаповал, Н.В. Лимаренко // Бюл. – 5. № 2018113501. Опубл. 14.02.2019. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002680073_20190214_C1_RU/

30. Пат. 2726309. Способ утилизации бесподстилочного навоза в биоорганическое удобрение / Н.С. Серпокрылов, Н.В. Лимаренко, И.А. Успенский, И.А. Юхин, М.Н. Чаткин / Бюл. – 20. № 2020108045. Опубл. 13.07.2020. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2726309C1_20200713.pdf

ECOSYSTEM FOR RECYCLING ORGANIC WASTE OF LIVESTOCK

Borychev Sergey N., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, 89066486088@mail.ru*

Uspenskiy Ivan A., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of technical operation of transport, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Yukhin Ivan A., *Doctor of Technical Sciences, associate Professor, Head of the Department of automotive engineering and heat power engineering, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev

Limarenko Nikolay V., *Candidate of Technical Sciences, training master of the department technical*

operation of transport Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Associate Professor of the Department of electrical engineering and electronics, Don state technical university, limarenkodstu@yandex.ru

Problem and purpose. *Liquid manure is a promising energy carrier, the potential of which can be fully used only if the acceptable level of its sanitary and epidemiological safety is ensured. Depending on the natural and climatic conditions, the technology of keeping animals and the method of disposal, its agrochemical properties can differ significantly. Therefore, an important criterion for energy and environmentally efficient disposal is understanding the direction of further use. The purpose of this study is to develop a methodology for assessing the potential of organic waste from animal husbandry as an effective energy source.*
Methodology. *The classification of types of organic waste from animal husbandry, depending on the directions of their utilization, is given. An assessment of the average annual volume of manure generated was made, on the basis of which the main parameters of their energy-efficient utilization were formulated: unit costs for collection, transportation and introduction of waste, MJ; unit costs for disinfection, MJ; energy potential, which characterizes the ratio of gross and exchangeable energy of an energy carrier, MJ; bioenergetic efficiency, which determines the prolongation of the agrochemical effect to the used potential of the applied fertilizer for 3-5 years in accordance with the crop rotation, climatic and agrochemical conditions.*
Results. *A model of the interaction of livestock breeding complexes with the atmosphere, soil, surface and ground waters in the form of an ecosystem is presented, which makes it possible to assess the main categories of elements interacting with the environment at all stages of the disposal of liquid manure. The main elements emitted into the atmosphere during the utilization of liquid pig manure are: ammonia NH3, nitrogen oxide N2O, methane CH4, carbon monoxide CO2; into soil, surface and ground waters: phosphorus oxide P2O5, nitric acid salts in the form of nitrate anions NO3-, sulfate reducers, as well as pathogenic forms of colony-forming units (CFU) of total coliform bacteria (TCB), plaque-forming units (PFU), thermotolerant coliform bacteria (TTCB), fecal streptococci (FCSTC). It has been proven that the most essential operation that determines the level of sanitary and epidemiological safety of utilized organic material is its disinfection.*
Conclusion. *The greatest environmental load and pathogenicity are caused by liquid waste from pig breeding with liquid keeping of animals. Accordingly, an important factor determining the safety of the ecosystem for the utilization of organic waste from animal husbandry is the determination of the optimal parameters for their disinfection.*

Key words: *organic waste of animal husbandry, liquid manure, disinfection of liquid manure utilization, liquid manure ecosystem.*

Literatura

1. Pavlov P.I. Effektivnye sredstva mekhanizacii dlya udaleniya i utilizacii navoza / P.I. Pavlov // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2017. – № 3 (105). – S. 87-89. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28960939

2. Bondarenko, A.M. Formirovanie mekhanizma upravleniya tekhnologiyami reciklinga organicheskih othodov v agrarnom sektore ekonomiki / A.M. Bondarenko, L.S. Kachanova, A.F. Reva, N.A. Glechikova // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. – 2019. – № 6. – S. 117-127. DOI: 10.34286/1995-4646-2019-69-6-117-127 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42393133

3. SHigapov, I.I. Model' biotekhnicheskoj sistemy processa uborki, transportirovki i pererabotki navoza / I.I. SHigapov // Agrarnaya nauka. – 2017. – № 3. – S. 27-31. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28881573

4. Hmyrov, V.D. Effektivnost' sistemy primeneniya udobrenij v organicheskom zemledelii / V. D. Hmyrov, B.S. Trufanov, O.I. ZHuravleva // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3 (58). – S. 14-18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39554986

5. Novikov, A. E. Modelirovanie gidrodinamicheskih i bioekologicheskih processov ochistki mnogokomponentnyh sistem ot dispersnoj fazy: monografiya / A.E. Novikov, A.B. Golovanchikov, E.A. Dugin, M.I. Filimonov; VolgGTU. – Volgograd, 2019. – 200 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41515043

6. Iovik, L.N. Agroekonomicheskaya effektivnost' vneseniya organicheskih udobrenij na osnove othodov biogazovoj ustanovki pod yachmen' na dernovo-podzolistoj supeschanoj pochve / L.N. Iovik // Pochvovedenie i agrohimiya. – № 2 (55). – 2015. – S. 125-137. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36407674

7. Zimnyakov, V.M. Sostoyanie i perspektivy proizvodstva svininy v Rossii / V.M. Zimnyakov, A.A. Kurochkin, E.N. Varlamova // Niva Povolzh'ya. – № 1 (50). – 2019. – S. 87-93. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37109433

8. Sel'skoe hozyajstvo i balansy prodovol'stvennyh resursov / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy?print=1 (data obrashcheniya 01.12.2020).

9. Intensivnoe razvedenie svinej [Elektronnyj resurs] / Agrovestnik. URL: https://agrovesti.net/lib/tech/pig-breeding-tech/intensivnoe-razvedenie-svinej.html (data obrashcheniya 01.12.2020).

10. Tivo, P.F. Analiz sovremennyh tekhnologij ispol'zovaniya zhivotnovodcheskih stokov / P.F. Tivo, A.S. Anzhenkov, L.A. Saskevich, E.A. But // Melioraciya. – 2017. – № 3 (81). – S. 54-63. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32270084

11. Tivo, P.F. Opyt ryada stran po utilizacii navoza i snizheniyu vybrosov ammiaka / P.F. Tivo, L.A. Saskevich, E.A. But // Melioraciya. – 2017. № 1 (79). S. 62-69. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29450104

12. Kulikova, M. A. Ocenka effektivnosti novogo organomineral'nogo udobreniya na osnove svinogo navoza

/ M. A. Kulikova, T. A. Kolesnikova, E. A. Gribut [i dr.] // Plodorodie. – 2019. – № 4 (109). – S. 49-51. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.16 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39238571

13. Bashirov, V.D. Osobennosti processa utilizacii navoza i pometa sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh s polucheniem organomineral'nogo udobreniya / V.D. Bashirov, A.V. Moskovec, R.F. Sagitov // BIO. – 2019. – № 4 (223). – S. 24-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40926827

14. Plaksin, I.E. Perspektivnye napravleniya razvitiya otrasli svinovodstva v Rossii / I.E. Plaksin, S.I. Plaksin, A.V. Trifanov // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. – 2020. – № 2 (103). – S. 72-81. DOI: 10.24411/0131-5226-2020-10243 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43179387

15. Trufanov, B.S Mekhanizirovannyj sposob pererabotki othodov APK s obezzarazhivaniem naosnove rastvora s acetatom natriya i uglerodnymi nanotrubkami / B.S. Trufanov, A.V. SHCHegol'kov, V.D. Hmyrov, V.B. Kudenko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2017. – № 4 (36). – S. 113-117. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30022837

16. Kalyuga, V.V. Justification of choice of stress-free pig housing method on small-scale farms at designing stage / V.V. Kalyuga, A.V. Trifanov, V.I. Bazykin // Engineering for Rural Development. – 2019. – S. 349-354. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N164 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39549888

17. Sychyov, V. G. Issledovanie dinamiki i balansa gumusa pri dlitel'nom primenenii sistem udobreniya na osnovnyh tipah pochv / V. G. Sychyov, L. K. SHevcova, G. E. Myorzlaya // Agrohimiya. – 2018. – № 2. – S. 3-21. DOI: 10.7868/S0002188118020011 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32656262

18. Surzhko, O.A. Issledovaniya obezzarazhivaniya osadkov bespodstilochnogo navoza ot yaic gel'mintov / O.A. Surzhko, K.O. Okovitaya // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. – 2019. – № 4 (36). – S. 178-187. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-4-178-187 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41342899

19. SHalak, I.O. Upravlenie pitaniem yachmenya na osnove ispol'zovaniya zhidkoj frakcii bespodstilochnogo svinogo navoza / I.O. SHalak // Osnovy i perspektivy organicheskih biotekhnologij. – 2020. – № 2. – S. 46-51. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43859783

20. Petrova, S.A. Anaerobnaya utilizaciya organicheskih othodov v usloviyah kriolitozony / S.A. Petrova, M.K. Ohlopkova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 10 (180). – S. 38-44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42442050

21. Trifanov, A.V. Opisanie dvizheniya navoznoj massy dlya ustanovivshegosya potoka v kollektore kruglogo secheniya / A.V. Trifanov, V.I. Bazykin // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. – 2019. – № 3 (100). – S. 196-203. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10203 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41231601

22. Trifanov. A.V. Opisanie dvizheniya navoznoj massy dlya ustanovivshegosya potoka v kollektore kruglogo secheniya / A.V. Trifanov, V.I. Bazykin // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. – 2019. – № 3 (100). – S. 196-203. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41231601

23. Byshov, N.V. Metodika ocenki urovnya ekologicheskoj nagruzki svinovodcheskih predpriyatij / N.V. Byshov, N.V. Limarenko, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, A.A. Cymbal // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2020. – № 1 (57). – S. 268-278. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-27. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42842658

24. Cymbal, A.A. Modelirovanie epidemiologicheskih svojstv bespodstilochnogo navoza pri podgotovke fiziko-himicheskim obezzarazhivaniem / A.A. Cymbal, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, N.V. Limarenko // Vestnik Ryazanskogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – Ryazan'. – 2020. – № 3. – S. 89-98. DOI: 10.36508/RSATU.2020.28.75.016 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44275717

25. Bosak, V.N. Agroekonomicheskaya effektivnost' primeneniya udobrenij / V.I. Bosak. – Minsk: BelNIVNFHv APK, 2005. – 44 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37606627

26. Pyndak, V.I. Energoeffektivnost' mashin i orudij dlya glubokoj obrabotki pochvogruntov / V.I. Pyndak, A.E. Novikov // Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin. – № 6. – 2014. – S. 95-100. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22739933

27. Byshov, N.V. Konceptual'naya model' energeticheskoj effektivnosti polucheniya ekologicheski bezopasnogo utilizacionnogo svinogo bespodstilochnogo navoza / N.V. Byshov, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, M.N. CHatkin, N.V. Limarenko // Inzhenernye tekhnologii i sistemy. – 2020. – № 3. – S. 394-412. DOI: 10.15507/2658-4123.030.202003.394-412. URL: http://vestnik.mrsu.ru/content/pdf/20-3/04.pdf

28. Byshov, N.V. Ecological and technological criteria for the efficient utilization of liquid manure / N.V. Byshov, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin, N.V. Limarenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012069. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42878732

29. Pat. 2680073. Sposob obezzarazhivaniya zhidkih sred / V.P. ZHarov, B.G. SHapoval, N.V. Limarenko // Byul. – 5. № 2018113501. Opubl. 14.02.2019. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002680073_20190214_C1_RU/

30. Pat. 2726309. Sposob utilizacii bespodstilochnogo navoza v bioorganicheskoe udobrenie / N.S. Serpokrylov, N.V. Limarenko, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, M.N. CHatkin / Byul. – 20. № 2020108045. Opubl. 13.07.2020. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2726309C1_20200713.pdf

УДК 631.171:631.334

10.36508/RSATU.2020.48.4.013

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН И УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

БЫШОВ Николай Владимирович, ***д-р.*** *техн. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО РГАТУ, university@rgatu.ru*

ОЛЕЙНИК Дмитрий Олегович, *канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, oleynik_d_o@mail.ru*

БОГДАНЧИКОВ Илья Юрьевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, CMY62.rgatu@mail.ru*

БАЧУРИН Алексей Николаевич, *канд. тех. наук, доцент, декан инженерного факультета, bachurin62@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЛИПАТОВ Николай Васильевич, *главный инженер, ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области, avangard-cx@yandex.ru*

Проблема и цель. *Целью проводимого исследования является доказательство эффективности дифференцированного распределения семян и удобрений при посеве.*

Методология. *Для достижения цели исследования с помощью геоинформационных систем SkyScout и Спутник Агро были изучены космические снимки полей за прошедшие 3-5 лет. На основе данных снимков исследуемые поля были разделены на участки с высоким, хорошим, средним и низким значением дифференцированного вегетационного индекса (NDVI) развития биомассы из года в год по определенным культурам. Проблемные участки дополнительно обследовались при помощи обхода и выявлялись факторы, отрицательно влияющие на развитие растений на каждом участке. Составлялись карты-задания для дифференцированного сева и внесения удобрений с помощью программного обеспечения SMS Advance Ag Leader Technology, для каждого участка задавались нормы сева и внесения удобрений.*

Результаты. *При севе озимых в 2019 году на поле №7 (74,8 га по факту) было израсходовано в среднем 240,6 кг/га семян и сэкономлено 703,12 кг. На поле №8 (58,3 га по факту) было израсходовано в среднем 240 кг/га семян и сэкономлено 575 кг. На двух исследуемых полях (на 133,1 га) было израсходовано 1 275 кг (семян) или 9 563 руб. При дифференцированном севе на поле №7 урожайность, в среднем, составила 56,7 ц/га, прибавка составила 2,7 ц/га. В пересчёте на общую площадь опыта (133,1 га) прибавка составила 35,9 тонн, что в денежном эквиваленте составляет 467 181 руб. или 3510 руб/га.*

Выводы. *В результате исследования была подтверждена высокая эффективность дифференцированного сева и распределения удобрений. Необходимо продолжить дифференцированный сев озимых в 2020 году на более значительную площадь.*

Ключевые слова: *точное земледелие, дифференцированный посев, дифференцированное внесение удобрений, NDVI, урожайность.*

Введение

В Европейских странах перераспределение нормы высева в зависимости от почвенных условий давно стало эффективным инструментом для экономии посевного материала и оптимального баланса урожайности. В России же эта технология делает только первые шаги и пока получила слабый отклик у наших аграриев [1- 4].

В настоящий момент, по наблюдениям участников рынка, технология автоматического дифференцированного посева не сильно распространена на российских полях. В общей сумме таких новаторов не наберётся и 1 % (от количества всех хозяйств). В основном это хозяйства, которые занимаются возделыванием кукурузы и свёклы на поливе [5, 6].

В ООО «Авангард» на полях отделения Мушковатово в 2019 году был произведен дифференцированный сев озимой пшеницы с одновременным распределением удобрений сеялкой Amazone DMC 9000-01 в агрегате с трактором «Кировец» К-742, оборудованным системой параллельного вождения от компании Trimble.

Таким образом, ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области одним из первых предприятий в России начинает внедрять самые инновационные технологии в области точного земледелия.

© Бышов Н. В., Олейник Д. О., Богданчиков И. Ю.,Бачурин А. Н., Липатов Н. В., 2020 г.

Целью проводимого исследования является доказательство эффективности дифференцированного распределения семян и удобрений при посеве.

Методика исследований

На первом этапе с помощью геоинформационных систем SkyScout и Спутник Агро в 2019 году были изучены космические снимки двух полей отделения Мушковатово ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области за прошедшие 3-5 лет (рис. 1). На основании анализа нормализованного дифференцированного вегетационного индекса (NDVI) развития биомассы поля были разделены на участки с высоким, хорошим, средним и низким индексом развития биомассы из года в год по определенным культурам [7-13].

Рис. 1 –Спутниковые снимки полей №7 и 8 отделения Мушковатово ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области

Далее, для анализа причин возникновения неоднородностей в пределах поля необходимо прибегнуть к так называемому «скаутингу», то есть провести обследование проблемных участков путем полевого обхода, выявить и зафиксировать факторы, отрицательно влияющие на развитие растений на каждом участке [8, 9].

На следующем этапе, руководствуясь информацией, полученной со спутниковых снимков и скаутинга, были составлены карты-задания для дифференцированного сева и внесения удобрений с помощью программного обеспечения SMS Advance Ag Leader Technology (рис. 2). Для каждого участка были заданы нормы сева и внесения удобрений, при помощи флэш-носителя готовое задание было загружено в бортовой компьютер сеялки, который располагается в тракторе.

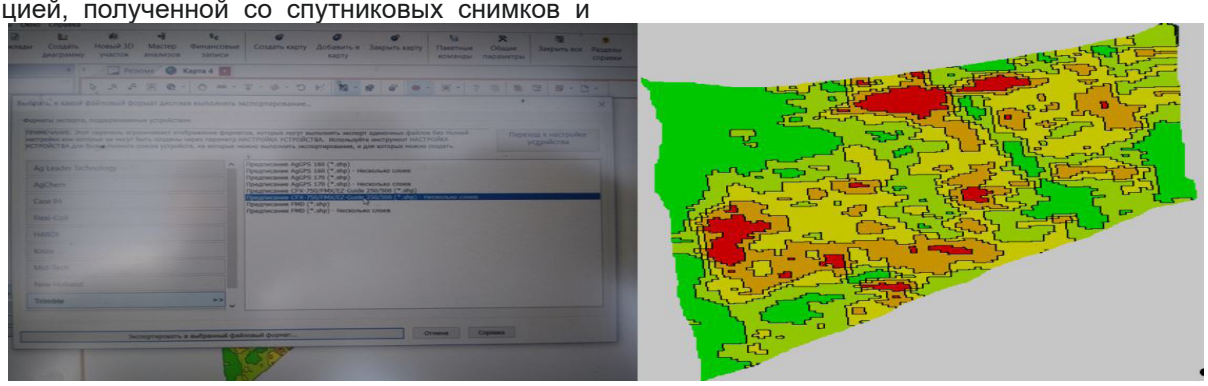


Рис. 2 – Карта-задание для сеялки AmazoneDMC 9000-01, сгенерированная в программе SMS Advance Ag Leader Technology

В процессе сева машинно-тракторный агрегат (МТА) К-742+Amazone DMC 9000-01 (рис. 3), состоящий из трактора «Кировец» К-742, оснащенного системой параллельного вождения, и сеялки Amazone DMC 9000-01 с терминалом AmaPad, автоматически определяет своё местоположение на основании сигналов спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС и, в соответствии с картой-заданием, выставляет заранее определенную норму для сева и внесения минеральных удобрений [14-18].

Рис. 3 – Машинно-тракторный агрегат К-742+Amazone DMC 9000-01 (слева) и терминал AmaPad сеялки (справа)

На участки с потенциально высоким плодородием вносится больше семян и удобрений, чем на участки с низким. Таким образом, данные участки дают урожайность значительно выше, чем могли бы при фиксированном значении нормы сева. Это самые передовые тенденции точного земледелия т.к. ранее считалось, что поле необходимо выравнивать – перераспределять семена и удобрения по правилу: на участок с неудовлетворительными показателями вносить большую норму. Однако практика показывает, что на участках с низким потенциальным урожаем экономическая отдача от большого количества семян и удобрений будет гораздо меньше, чем на более урожайных участках.

Для того чтобы оценить результаты дифференцированного сева, на поле были оставлены контрольные участки со стандартными нормами сева (фон хозяйства).

Следующий этап – это уборка урожая на репрезентативных полях с помощью комбайнов с функцией картирования урожайности. Таким образом, можно оценить реальную урожайность с каждого участка поля, сравнить экономическую эффективность от внедрения дифференцированного сева и создать карты заданий на будущий год.

Результаты

1.При севе озимых в 2019 году в среднем (при учете обсева краев и опор ЛЭП, расположенных на поле) нормативное значение семян составило 250 кг/га. По факту: на поле №7 (74,8 га по факту) было израсходовано 18 т семян. То есть в среднем 240,6 кг/га семян (рис. 4).

Рис. 4 – ООО «Авангард», поле Мушковатово 7, 2020 год, сравнение контроля (фон хозяйства) с участками дифференцированного посева и одновременного дифференцированного припосевного внесения удобрений

На поле №8 (58,3 га по факту) было израсходовано 14 тонн семян, то есть в среднем 240 кг/га семян. Таким образом, на всей посеянной таким образом площади в результате дифференцированного сева мы сэкономили 700 кг + 575 кг = 1 275 кг (семян).

В денежном эквиваленте это составляет 9 563 руб. на площадь 133,1 га.

2.Во время уборки.

На контрольном фоне хозяйства, на поле №7 (с обычной нормой семян и удобрений) урожайность составила 54,0 ц/га.

При дифференцированном посеве на поле №7 (справа и слева от контрольного фона хозяйства) в среднем урожайность составила 56,7 ц/га.

Таким образом, прибавка составила 270 кг/га. В пересчёте на общую фактическую площадь (133,1 га) прибавка составила 35 937 кг, что в денежном эквиваленте составляет 467 181 руб. на площадь 133,1 га.

На рисунке 5 представлена карта урожайности, полученная с зерноуборочного комбайна Rostselmash TORUM 78, оборудованного системой картирования урожайности Trimble.

Рис. 5 – Данные карты урожайности с зерноуборочного комбайна Rostselmash TORUM 785 с системой картирования урожайности Trimble при программном пересчете на стандартную влажность зерна пшеницы 14%.

Как видим из рисунка 5, на поле присутствует ярко выраженная область с низкой урожайностью (красно-оранжевы оттенки), которая рассекает поле в центральной части с юга на север (за последние 5 лет наблюдения границы данного участка остаются неизменными). При изучении этой области по методу «скаутинга» было выяснено, что на месте данной области проходит нефтепровод. На участках, граничащих с садовыми товариществами, в северо-восточной части поля, также наблюдается низкая урожайность, связанная, в основном, с деятельностью человека (заезд автотранспорта, тропинки и т.д.).

Выводы

По итогам дифференцированного сева на площади 133,1га было сэкономлено 9 563 руб. за счет уменьшения количества семян и получено дополнительно 467 181 руб. за счёт повышения урожайности, суммарно 476 744 руб, что составляет 3 582 руб.в пересчете на 1га. К примеру, на 1000 га стоимость выгоды будет составлять 3 582 000 руб. Считаем, что необходимо продолжить дифференцированный сев озимых в этом году на более значительную площадь.

Список литературы

1.Extreme Big Data (Ebd): Next Generation Big Data Infrastructure Technologies Towards Yottabyte/ Year /S. Matsuoka, H. Sato, O. Tatebe, M. Koibuchi, I. Fujiwara, S. Suzuki, M. Kakuta, T. Ishida, Y. Akiyama, T. Suzumura, K. Ueno, H. Kanezashi, T. Miyoshi // Supercomputing Frontiers And Innovations -2014. -№2 -С. 89-107. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23801629

2. Занилов, А.Х. К органическому сельскому хозяйству через биологизацию /А.Х. Занилов, Ж.М. Яхтанигова // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. -2016. -№1. -С. 47-52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29450983

3. Труфляк, Е.В. Цифровые технологии в АПК /Е.В Труфляк, Н.Ю. Курченко, В.А. Дидич//Сельский механизатор. - 2018. - №7-8. - С.13-14. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36403822

4. Труфляк, Е.В. Точное сельское хозяйство: вчера, сегодня, завтра / Е.В. Труфляк, А.С. Креймер, Н.Ю. Курченко // British Journal of Innovation in Science and Technology. 2017. Т. 2. № 4. С. 15 - 26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32460366

5. К вопросу о цифровизации российского сельского хозяйства (обзор информационных материалов) / Б.А. Воронин, О.Г. Лоретц, А.Н. Митин [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2019. № 2 (181). С. 46 – 52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39237739

6. Пукальчик, М.А. Глобальные тренды и перспективные направления развития в точном земледелии и сельском хозяйстве / М.А. Пукальчик, Д.Г. Шадрин, М.В. Фёдоров // АПК России. 2018. № 3. С. 448-454. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35780579

7. Сохранение баланса микроэлементов в почве - один из факторов повышения урожайности / В.Б.Любченко, С.В. Митрофанов, В.С. Никитин, Н.Б. Горохова // Инновации в АПК: стимулы и барьеры. – 2017. – С. 183-186. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30466040

8. Результаты мониторинга почвенных неоднородностей на основе мультиспектральных снимков полей при утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин, Д.О. Олейник, Е.В. Березовский // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020 - №3 (47) – С.74-79 DOI 10.36508/RSATU.2020.64.67.013 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44275714

9. Мониторинг почвенных неоднородностей на основании мультиспектральных снимков полей в технологиях утилизации пожнивных остатков в качестве удобрения / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, К.Н. Дрожжин, Д.О. Олейник, М.А. Есенин // Материалы 71-й междунар. научн. практ. конф. «Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения» 15 апреля 2020 года: Сб. научн. тр.– Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 96-101 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44026782

10. Bogdanchikov I.Yu., Byshov N.V., Bachurin A.N., Esenin M.A., Tkacheva M.A. Results of studying the effects of biological products on accelerating the decomposition of the crop tailings // BIO Web Conf., 2020-17 00085 DOI: https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700085

11. Nolasco, M., Ovando, G., Sayago, S., Magario, I., & Bocco, M. Estimating soybean yield using time series of anomalies in vegetation indices from MODIS // International Journal of Remote Sensing,2020- 42(2),- P. 405-421. doi: https://10.1080/01431161.2020.1809736

12. Li, Z., Lun, F., Liu, M., Xiao, X., Wang, C., Wang, L., Sun, D. Rapid diagnosis of agricultural soil health: A novel soil health index based on natural soil productivity and human management // Journal of Environmental Management. – 2020- 277 doi: https://10.1016/j.jenvman.2020.111402

13. Wu, Z., Liu, Y., Han, Y., Zhou, J., Liu, J., & Wu, J. Mapping farmland soil organic carbon density in plains with combined cropping system extracted from NDVI time-series data // Science of the Total Environment- 2020 - 754 doi: https://10.1016/j.scitotenv.2020.142120

14. Arteaga, O., Amores, K., Terán, H., Cangui, R., Ramírez, A., Hurtado, S., Chuquimarca, B.R. Automation of a seed on tray seeder machine. // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.- 2020 - 872(1) doi: https://10.1088/1757-899X/872/1/012003

15. Ognev I.I., Zyryanov A.P., Pyataev M.V., Gulyarenko A.A. Influence of parameters of a pneumatic grain seeder distributor on the uniform distribution of seeds // Paper presented at the E3S Web of Conferences.- 2020 - 193 doi: https://10.1051/e3sconf/202019301031

16. Popov A.Y., Sharaday N, Zhrba V.V., Ghaika E.A. Analysis of the preparation technology of a row seeder for work. // Paper presented at the E3S Web of Conferences. – 2020 - 193 doi: https://10.1051/e3sconf/202019301035

17. Разработка алгоритмов и программного обеспечения систем управления движением роботизированного почвообрабатывающего агрегата /Я.П. Лобачевский, С.Э. Лонин, И.С. Алексеев, Н.Т. Гончаров, И.И. Афонин, С.Е. Ильченко // С.-х. машины и технологии.2019. Т.13,N 2.С. 48-52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37418683

18. Воронин, Б.А. Управление процессами цифровизации сельского хозяйства России /Б.А. Воронин, А.Н. Митин, О.А. Пичугин // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 86-95 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39237739

APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS AND DIFFERENTIATED DISTRIBUTION OF SEEDS AND FERTILIZERS IN SOWING WINTER WHEAT IN LLC "VANGUARD" RYAZAN DISTRICT OF RYAZAN REGION

Byshov Nikolay V., *Dr. Tech. sciences, professor, rector of FSBEI HE RSATU, university@rgatu.ru*

Oleynik Dmitry O., *of Cand. Tech. Sci., associate professor, associate professor of the department of operation of the machine and tractor fleet, oleynik_d_o@mail.ru*

Bogdanchikov Ilya Yu., *of Cand.Tech.Sci., associate professor of operation of the machine and tractor park, CMY62.rgatu@mail.ru*

Bachurin Alexey N., *of Cand. Tech. Sci., associate professor, Dean of the Faculty of Engineering, bachurin62@mail.ru*

Lipatov Nikolai V., *chief engineer, Avangard LLC, Ryazan district, Ryazan region, avangard-cx@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *The purpose of the study is to prove the efficiency of differentiated distribution of seeds and fertilizers when sowing.*

Methodology. *To achieve the purpose space images of fields over the past 3-5 years were studied with the help of geoinformation systems SkyScout and Sputnik Agro. Based on these images, the studied fields were divided into areas with high, good, medium and low differentiated vegetation index (NDVI) of biomass development from year to year for certain crops. Problem areas were additionally examined by bypass and factors were identified that negatively affected the development of plants on each site. Maps were drawn up for differentiated sowing and fertilizer application using SMS Advance Ag Leader Technology software, for each site sowing and fertilizer application standards were set.*

Results. *When winter sowing in 2019, on average 240.6 kg/ha of seeds were spent and 703.12 kg were saved in field No. 7 (74.8 hectares in fact). On average 240 kg/ha of seeds were spent and 575 kg were saved in field No. 8 (58.3 hectares in fact). In the two fields under study (133.1 hectares) there were 1,275 kg of seeds or 9,563 rubles. When differentiated sowing in field No. 7, the average yield was 56.7 dt/ha and the increase was 2.7 dt/ha. In terms of the total area of experience (133.1 hectares), the increase was 35.9 tons, which in monetary terms was 467,181 rubles or 3,510 rubles/ha.*

Conclusion. *As a result of the study, the high efficiency of differentiated sowing and the distribution of fertilizers were confirmed. It is necessary to continue the differentiated sowing of winter crops in 2020 to a larger area.*

Key words: *precise agriculture, differentiated sowing, differentiated application of fertilizers, NDVI, yield.*

Literatura

1.Extreme Big Data (Ebd): Next Generation Big Data Infrastructure Technologies Towards Yottabyte/Year

/S. Matsuoka, H. Sato, O. Tatebe, M. Koibuchi, I. Fujiwara, S. Suzuki, M. Kakuta, T. Ishida, Y. Akiyama, T. Suzumura, K. Ueno, H. Kanezashi, T. Miyoshi // Supercomputing Frontiers And Innovations -2014. -№2 -C. 89-107. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23801629

2. Zanilov, A.H. K organicheskomu sel'skomu hozyajstvu cherez biologizaciyu /A.H. Zanilov, ZH.M. YAhtanigova // Innovacii v APK: Problemy i perspektivy. -2016. -№1. -S. 47-52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29450983

3. Truflyak, E.V. Cifrovye tekhnologii v APK /E.V Truflyak, N.YU. Kurchenko, V.A. Didich//Sel'skij mekhanizator. - 2018. - №7-8. - S.13-14. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36403822

4. Truflyak, E.V. Tochnoe sel'skoe hozyajstvo: vchera, segodnya, zavtra / E.V. Truflyak, A.S. Krejmer, N.YU. Kurchenko // British Journal of Innovation in Science and Technology. 2017. T. 2. № 4. S. 15 - 26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32460366

5. K voprosu o cifrovizacii rossijskogo sel'skogo hozyajstva (obzor informacionnyh materialov) / B.A. Voronin, O.G. Loretc, A.N. Mitin [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. 2019. № 2 (181). S. 46 – 52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39237739

6. Pukal'chik, M.A. Global'nye trendy i perspektivnye napravleniya razvitiya v tochnom zemledelii i sel'skom hozyajstve / M.A. Pukal'chik, D.G. SHadrin, M.V. Fyodorov // APK Rossii. 2018. № 3. S. 448-454. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35780579

7. Sohranenie balansa mikroelementov v pochve - odin iz faktorov povysheniya urozhajnosti / V.B.Lyubchenko, S.V. Mitrofanov, V.S. Nikitin, N.B. Gorohova // Innovacii v APK: stimuly i bar'ery. – 2017. – S. 183-186. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30466040

8. Rezul'taty monitoringa pochvennyh neodnorodnostej na osnove mul'tispektral'nyh snimkov polej pri utilizacii nezernovoj chasti urozhaya v kachestve udobreniya / I.YU. Bogdanchikov, N.V. Byshov, K.N. Drozhzhin, D.O. Olejnik, E.V. Berezovskij // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2020 - №3 (47) – S.74-79 DOI 10.36508/RSATU.2020.64.67.013 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44275714

9. Monitoring pochvennyh neodnorodnostej na osnovanii mul'tispektral'nyh snimkov polej v tekhnologiyah utilizacii pozhnivnyh ostatkov v kachestve udobreniya / I.YU. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin, K.N. Drozhzhin, D.O. Olejnik, M.A. Esenin // Materialy 71-j mezhdunar. nauchn. prakt. konf. «Sovremennye vyzovy dlya APK i innovacionnye puti ih resheniya» 15 aprelya 2020 goda: Sb. nauchn. tr.– Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2020. – S. 96-101 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44026782

10. Bogdanchikov I.Yu., Byshov N.V., Bachurin A.N., Esenin M.A., Tkacheva M.A. Results of studying the effects of biological products on accelerating the decomposition of the crop tailings // BIO Web Conf., 2020-17 00085 DOI: https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700085

11. Nolasco, M., Ovando, G., Sayago, S., Magario, I., & Bocco, M. Estimating soybean yield using time series of anomalies in vegetation indices from MODIS // International Journal of Remote Sensing,2020- 42(2),- P. 405-421. doi: https://10.1080/01431161.2020.1809736

12. Li, Z., Lun, F., Liu, M., Xiao, X., Wang, C., Wang, L., Sun, D. Rapid diagnosis of agricultural soil health: A novel soil health index based on natural soil productivity and human management // Journal of Environmental Management. – 2020- 277 doi: https://10.1016/j.jenvman.2020.111402

13. Wu, Z., Liu, Y., Han, Y., Zhou, J., Liu, J., & Wu, J. Mapping farmland soil organic carbon density in plains with combined cropping system extracted from NDVI time-series data // Science of the Total Environment- 2020 - 754 doi: https://10.1016/j.scitotenv.2020.142120

14. Arteaga, O., Amores, K., Terán, H., Cangui, R., Ramírez, A., Hurtado, S., Chuquimarca, B.R. Automation of a seed on tray seeder machine. // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.- 2020 - 872(1) doi: https://10.1088/1757-899X/872/1/012003

15. Ognev I.I., Zyryanov A.P., Pyataev M.V., Gulyarenko A.A. Influence of parameters of a pneumatic grain seeder distributor on the uniform distribution of seeds // Paper presented at the E3S Web of Conferences.- 2020 - 193 doi: https://10.1051/e3sconf/202019301031

16. Ropov A.Y., Sharaday N, Zhrba V.V., Ghaika E.A. Analysis of the preparation technology of a row seeder for work. // Paper presented at the E3S Web of Conferences. – 2020 - 193 doi: https://10.1051/e3sconf/202019301035

17. Razrabotka algoritmov i programmnogo obespecheniya sistem upravleniya dvizheniem robotizirovannogo pochvoobrabatyvayushchego agregata /YA.P. Lobachevskij, S.E. Lonin, I.S. Alekseev, N.T. Goncharov, I.I. Afonin, S.E. Il'chenko // S.-h. mashiny i tekhnologii.2019. T.13,N 2.S. 48-52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37418683

18. Voronin, B.A. Upravlenie processami cifrovizacii sel'skogo hozyajstva Rossii /B.A. Voronin, A.N. Mitin, O.A. Pichugin // Agrarnyj vestnik Urala. 2019. № 4 (183). S. 86-95 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39237739

УДК 62-799

10.36508/RSATU.2020.48.4.014

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

ИНШАКОВ Александр Павлович, *д-р техн. наук, профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, kafedra_mes@mail.ru*

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Техническая эксплуатация транспорта», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ivan.uspensckij@yandex.ru*

ТИМОХИН Сергей Викторович, *д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика и электротехника», Пензенский государственный университет, timohinsv@gmail.com*

КУРБАКОВ Иван Иванович, *канд. техн. наук, доцент кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, mrsu2@mail.ru*

КУРБАКОВА Мария Сергеевна, *аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина, m.s.kurbakova@mail.ru*

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

Проблема и цель. *В настоящее время работы по разработке новых и модернизации выпускаемых дизелей не представляются возможными без проведения лабораторных испытаний, в ходе которых на стендах получают различные характеристики двигателей, проводят настройку и оптимизацию систем ДВС. В этой связи исследования, направленные на повышение эффективности испытания ДВС путем совершенствования методов и средств испытания, использования ПК и современных программных комплексов, являются несомненно актуальными. Таким образом, целью исследования является совершенствование методов и средств испытания тракторных двигателей. Задачами данного исследования является разработка эффективной методики и средств для испытания ДВС, моделирования его характеристик в программных комплексах и его апробация с представлением результатов экспериментальных исследований.*

Методология. *Для выполнения задач исследования была проведена модернизация стенда КИ-5543 ГОСНИТИ, которая позволила расширить его функциональные возможности добавлением функции регистрации быстро протекающих процессов в ходе испытания как в режиме холостого хода, так и в режиме нагружения. Использование АЦП, программного комплекса Power Graph в составе стенда позволяет получать характеристики ДВС в зависимости от различных аргументов, в частности, от оборотов ДВС. Для целей моделирования была использована программа «ДИЗЕЛЬ-РК», предназначенная для расчета и оптимизации двухтактных и четырехтактных двигателей внутреннего сгорания.*

Результаты. *С целью определения эффективности предложенных методов и средств, применимых для испытания двигателей внутреннего сгорания, в данном исследовании был проведен ряд опытов. В результате были получены характеристики переходных процессов ДВС, решены оптимизационные задачи и смоделированы характеристики ДВС в программе «ДИЗЕЛЬ РК».*

Заключение. *Таким образом, в ходе выполнения исследований был представлен современный комплекс, позволяющий на высоком уровне проводить научные исследования и испытания автотракторных двигателей внутреннего сгорания.*

Ключевые слова: *дизельный двигатель, стенд, программный комплекс, испытание, характеристики.*

Введение

Действующие сегодня методики испытания двигателей внутреннего сгорания предполагают получение различных типов характеристик с применением дорогостоящих и сложных испытательных стендов и нагрузочных устройств. Свойства нагрузочного устройства определяются его характеристикой – зависимостью максимального тормозного момента, обеспечиваемого в режиме торможения (или поглощаемой тормозом мощности Nc), от частоты вращения n. Для получения показателей ДВС применяют также как стандартные первичные преобразователи, так и специально разработанные датчики, часто совмещенные с деталями ДВС.

Целью испытаний является получение характеристик ДВС. Среди них скоростные и регулировочные характеристики, многомерные и регулировочные в зависимости от настройки различных систем, а также характеристики переходных режимов в соответствии с испытательными циклами [1,2].

Двигатели представляют собой сложные технические системы, и испытания относятся к числу наиболее ответственных и трудоемких этапов жизненного цикла ДВС. На этом этапе осуществляется окончательная оценка конструкции, определяется ее соответствие техническим и технологическим параметрам. На всех стадиях жизненного цикла двигатели подвергаются различного рода испытаниям, объем и трудоемкость которых, как показывает практика, непрерывно возрастают. Одно из наиболее эффективных решений по удовлетворению данных требований – применение на испытательных стендах автоматизированных систем испытаний двигателей и внедрение программных

© Иншаков А.П., Успенский И. А., Тимохин С. В.. Курбаков И. И.. Курбакова М. С., 2020г

комплексов, позволяющих сократить сроки при снижении себестоимости проведения стендовых испытаний.

В связи с этим целью исследования является повышение эффективности испытания ДВС путем совершенствования методов и средств испытания с использованием ПК и современных программных комплексов.

Объект исследования – система испытаний двигателей внутреннего сгорания.

Предмет исследования – механизмы и методики испытания двигателей внутреннего сгорания в составе системы стендовых испытаний.

Задачи исследования.

1. Разработать эффективную методику и средства для испытания ДВС и моделирования его характеристик в программных комплексах.

2. Представить результаты экспериментальных исследований.

Оборудование, применяемое в исследовании: обкаточно-тормозной стенд КИ-5543 ГОСНИТИ, двигатель Д-245-35, персональный компьютер ASUS, аналогово-цифровой преобразователь L-CARD E-14-140, плата клеммников DB-37F-INCREASER, программное обеспечение «PowerGraph 3.3 Professional», программный комплекс «Дизель РК» [3,4,5].

В лаборатории испытания автотракторных двигателей кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина института механики и энергетики была реализована экспериментальная программа, в рамках которой было использовано экспериментальное оборудование, в состав которого входили: стенд КИ-5543 ГОСНИТИ, модуль АЦП L-CARD E-14-140 и персональный компьютер с программным обеспечением «PowerGraph 3.3 Professional». Для целей моделирования характеристик ДВС и решения оптимизационных задач был применен программный комплекс «Дизель РК».

Для выполнения задач исследования была проведена модернизация стенда, которая позволила расширить функциональные возможности стенда КИ-5543 ГОСНИТИ добавлением функции регистрации быстро протекающих процессов в ходе испытания как в режиме холостого хода, так и в режиме нагружения на стенде. Использование АЦП, программного комплекса Power Graph в составе стенда позволяет получать характеристики ДВС в зависимости от различных аргументов, в частности, от оборотов ДВС.

Для целей моделирования в данном исследовании была использована программа ДИЗЕЛЬ-РК, предназначенная для расчета и оптимизации двухтактных и четырехтактных двигателей внутреннего сгорания. Программа позволяет проводить тепловой расчет, анализ и исследование всех типов ДВС.

Использование программного комплекса Дизель РК позволило провести исследование по влиянию угла опережения впрыска от 12 до 28 градусов на испытуемом двигателе с получением оптимизационных графиков мощности, крутящего момента, удельного расхода топлива и других. Проведено одномерное сканирование показателей при изменении степени сжатия от 12 до 22, а также получена регуляторная характеристика двигателя Д-240. Протокол испытания в программном комплексе включает в себя мощностные и эффективные показатели двигателя, параметры окружающей среды, наддува и газообмена, значение температур во впускном и выпускном трактах, параметры сгорания и др.

Система мастеров настроек – специальных средств создания файлов данных позволит легко и быстро создать файл данных для расчета любого двигателя, что особенно полезно для экспресс-анализа ДВС, а также для первоначальной настройки эмпирических коэффициентов математических моделей. Мастер настройки (рис.1) установит значения эмпирических коэффициентов применительно к двигателям разного класса и назначения.

Рис. 1 – Мастер настройки программного комплекса «Дизель РК»

В программе реализован современный метод расчета эмиссии оксидов азота на основе схемы Зельдовича для обычных двигателей, а также на основе детального кинетического механизма для перспективных двигателей с высокой степенью рециркуляции ОГ и многоразовым впрыском. В программу заложен расчет нескольких схем системы рециркуляции отработавших газов и др.

Результаты исследований

С целью определения эффективности предложенных методов и средств, применимых для испытания двигателей внутреннего сгорания, в данном исследовании был проведен ряд опытов.

Изначально в ходе лабораторных исследований на стенде КИ-5543 ГОСНИТИ в научной лаборатории испытания автотракторных двигателей Института механики и энергетики были получены экспериментально характеристики двигателя Д-245-35, раскрывающие особенности формирования показателей двигателя в эксплуатации. Как видно из характеристики, представленной на рисунке 2, эффективная мощность Ne = 77 кВт двигателя Д-245-35 реализуется при частоте вращения nд = 2100 об/мин, что соответствует паспортным данным завода-изготовителя на данную конструкцию двигателя [6,7].

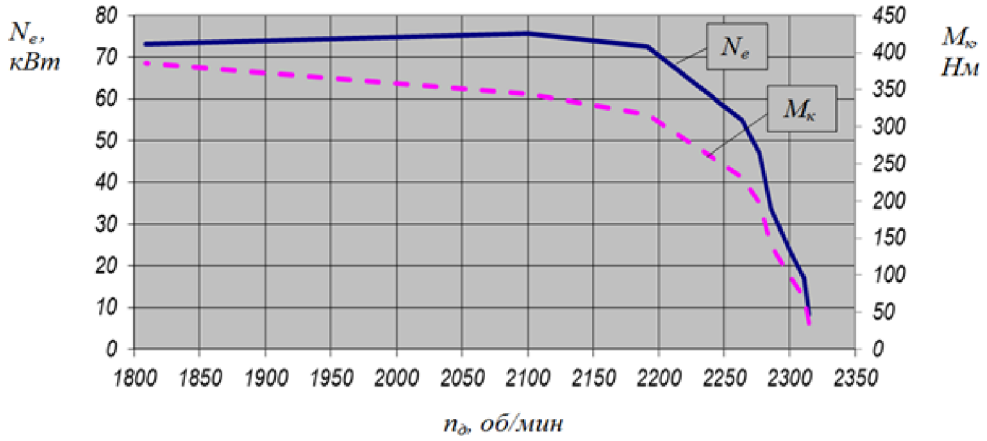


Рис. 2 – Изменение мощности и крутящего момента двигателя Д-245-35 в условиях регуляторной характеристики.

Характеристика снималась при положении рычага управления подачей топлива, соответствующем максимальному натяжению пружины регулятора и различной частоте вращения коленчатого вала. Изменение скоростного режима двигателя достигается варьированием нагрузки тормоза.

Снятие характеристики тракторного двигателя с регулярной ветвью производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 18509–88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний».

На каждой ветви характеристики получено не менее шести равномерно расположенных точек.

Регуляторную ветвь скоростной характеристики определяли в диапазоне от максимальных оборотов холостого хода при работе двигателя без нагрузки до номинальной частоты вращения.

Первый опыт проведен на режиме 85 % крутящего момента при номинальной частоте вращения.

При установившемся режиме работы были измерены и записаны следующие величины:

– частота вращения вала тормоза $n_т$;
– нагрузка на тормозе $P_т$;
– расход топлива за опыт $\Delta G_т$;
– время расхода топлива τ;
– температуры охлаждающей жидкости $t_ж$, масла $t_м$.

Во втором опыте нагрузку снижали до нуля и после того, как был достигнут устойчивый скоростной режим, измеряли и записывали в протокол испытаний те же величины, что и в первом опыте.

Третий и последующие опыты выполняли при нагрузках, соответствующих приблизительно $0{,}25M_{кн}$ $0{,}5M_{кн}$, $0{,}75M_н$, $M_{кн}$.

В области номинальной частоты вращения для выявления точек перегиба кривых эффективной мощности и крутящего момента число опытов увеличивали.

Корректорную ветвь скоростной характеристики определяли последовательным уменьшением частоты вращения от номинальной до составляющей не более 85 % при максимальном крутящем моменте.

Следующим этапом была проведена серия опытов на модернизированном стенде КИ-5543 ГОСНИТИ, в который дополнительно были включены АЦП, компьютер с программным обеспечением Power Graph и ряд первичных преобразователей, позволивших зафиксировать изменение нагрузки тормоза и частоты вращения двигателя при проведении испытаний, и позволили автоматизировать процесс снятия и обработки данных. В результате был получен ряд характеристик переходных процессов ДВС, позволяющих расширить возможности стенда КИ-5543 ГОСНИТИ при испытании (рисунки 3,4).

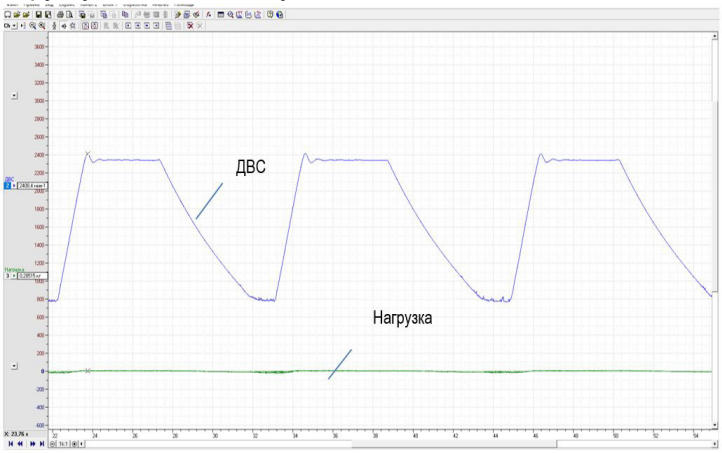


Рис. 3 – Запись переходных характеристик двигателя Д-245-35 на модернизированном стенде КИ-5543 ГОСНИТИ (холостой ход)

Рис. 4 – Запись переходных характеристик двигателя Д-245-35 на модернизированном стенде КИ-5543 ГОСНИТИ (под нагрузкой)

Использование программного комплекса позволяет проводить как анализ полученных данных, так и их математическую обработку. С целью автоматизированного построения характеристик данные с АЦП были сохранены в формате txt. Фрагмент записанных данных приведен ниже:

Блок 1 Title:
ADC: E-140
Started:05.05.2017 14:37:41
Channels: 2
Rate: 50
Step: 0, 02
Duration: 5,64
Size: 282

Время, s	ДВС, мин-1	Нагрузка, кг
0,38	1650,4	-4,032
0,4	1666,3	-2,554
0,42	1681,25	-1,236
0,44	1695,475	0,324
0,46	1707,475	2,382
0,48	1720,75	3,534
0,5	1731,9	6,068

Данные могут быть импортированы в программы EXEL и другие программы для математической обработки и построения диаграмм в соответствии с задачами исследований. Таким образом, можно получить характеристики испытуемых двигателей как по стандартным, так и частным методикам.

С целью моделирования различных характеристик ДВС был использован программный комплекс Дизель РК, применение которого позволяет сократить ресурсы времени и материальных средств при проведении испытаний и в ходе научных изысканий.

Были проведены опыты по построению различных характеристик. Изначально была получена регулировочная характеристика по углу опережения впрыска.

Как видно из рисунка 5, для данных скоростного и нагрузочного режимов наиболее выгодным является такой угол опережения начала впрыска топлива, при котором двигатель развивает максимальную мощность и имеет наименьший удельный расход топлива. Значение этого угла на графике характеристики определяется отрезком на оси абсцисс, который ограничен перпендикуляром, опущенным на эту ось из точки перегиба кривой мощности.

В связи с тем, что регулировочную характеристику по углу опережения начала впрыска снимают при постоянной частоте вращения и неизменном положении рейки топливного насоса, часовой расход топлива практически остается постоянным.

Так как часовой расход топлива во время испытаний двигателя постоянен, то удельный расход топлива изменяется в зависимости от угла опережения начала впрыска топлива как функция, обратная мощности. При оптимальном угле опережения начала впрыска топлива для данной частоты вращения двигатель развивает максимальную мощность и имеет наибольшую экономичность.

В случае поздней подачи значительная часть топлива впрыскивается в цилиндр, когда поршень уже миновал ВМТ. Процесс сгорания протекает во время расширения в условиях увеличивающегося объема надпоршневого пространства.

Максимальные давление и температура газов при сгорании становятся меньше, а потери тепла в охлаждающую среду и с отработанными газами увеличиваются. В целом это существенно уменьшает индикаторную мощность двигателя и при незначительном изменении мощности механических потерь снижает механический КПД. Следовательно, при поздней подаче топлива снижается эффективная мощность и ухудшается экономич-

ность работы двигателя.

Если угол опережения начала подачи больше оптимального и топливо впрыскивается слишком рано, то оно вводится в среду сжимаемого воздуха, имеющего пониженные температуру и давление. Период задержки самовоспламенения топлива увеличивается, и к моменту самовоспламенения в камере сгорания накапливается излишнее количество топлива. Вследствие этого, а также из-за сокращения периода видимого сгорания, резко повышается давление и увеличиваются скорость его нарастания по углу поворота коленчатого вала $\frac{\Delta p}{\Delta \varphi}$ и максимальное давление цикла p_z.

Ускоренное повышение давления $\frac{\Delta p}{\Delta \varphi}$ вызывает жесткую работу дизеля. При слишком ранней подаче топлива мощность двигателя уменьшается и удельный расход топлива увеличивается.

Отклонение (увеличение или уменьшение) угла опережения начала впрыска топлива от его оптимального значения вызывает резкое повышение интенсивности износа деталей поршневой группы.

На значение оптимального угла опережения начала впрыска топлива оказывает влияние целый ряд факторов.

Основные из них – частота вращения коленчатого вала, нагрузка двигателя, способ смесеобразования, закон подачи топлива, начальные условия на впуске и выпуске. Например, при повышении частоты вращения коленчатого вала угол опережения начала впрыска должен быть увеличен, а при понижении – уменьшен.

С уменьшением нагрузки падает цикловая подача топлива, снижаются средняя температура цикла и температура стенок камеры сгорания и надпоршневого пространства. Все это способствует увеличению продолжительности запаздывания самовоспламенения топлива. Поэтому, чтобы впрыскивать топливо в среду более нагретого воздуха, угол опережения начала впрыска следует уменьшать.

Таким образом, была реализована методика снятия характеристики, установили и проанализировали закономерности изменения выходных показателей работы двигателя (N_e, $G_т$, g_e) в зависимости от угла опережения впрыска топлива $\Theta_{впр}$, определили для заданного скоростного режима двигателя оптимальное его значение $\Theta_{впр\ опт}$ (рис. 5)

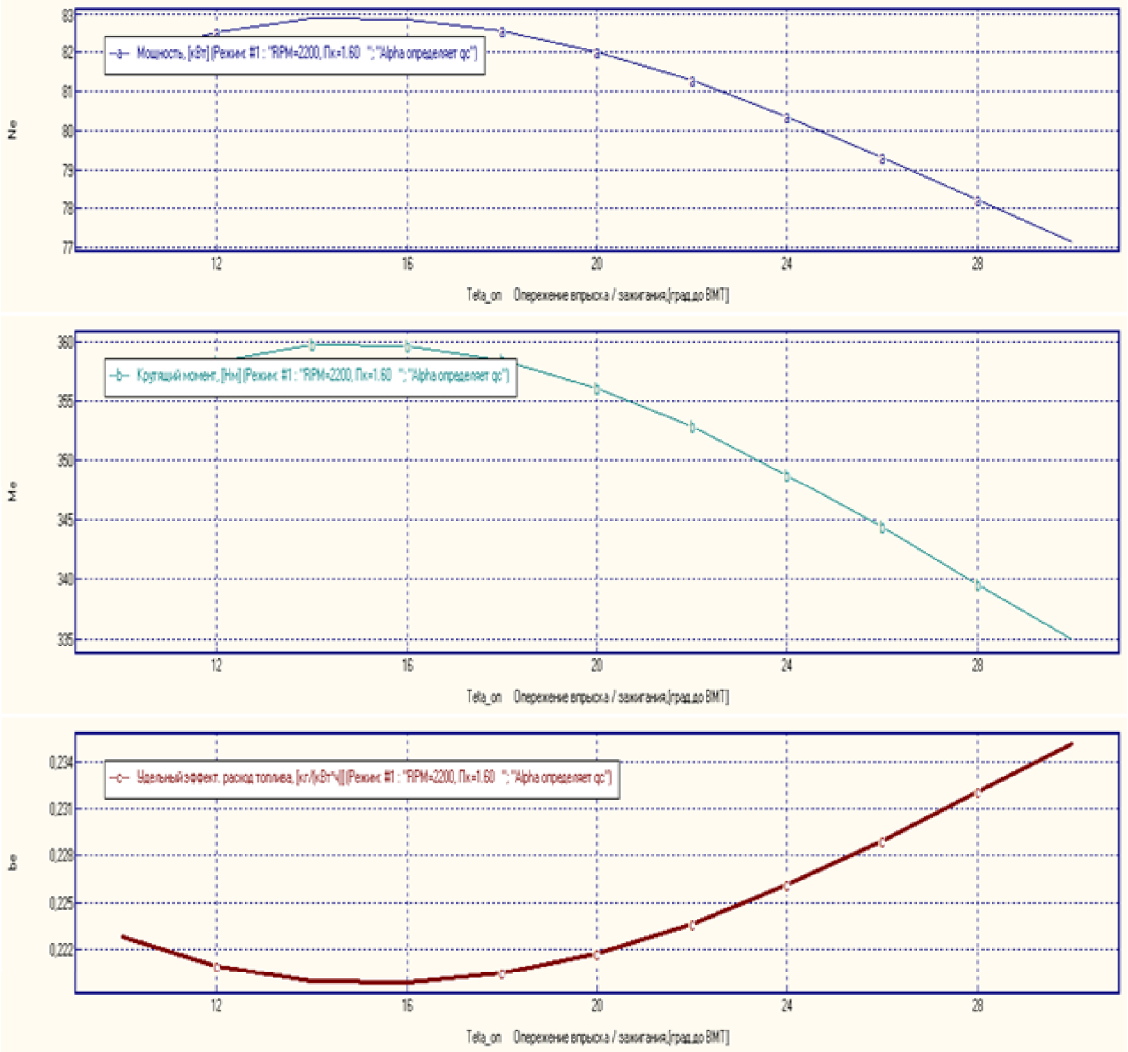


Рис. 5 – Результаты одномерного сканирования при изменении угла опережения впрыска, реализованные в программном комплексе Дизель РК, для двигателя Д-245-35

Также проведены исследования характеристик двигателя в зависимости от степени сжатия; зависимости, полученные при одномерном сканировании, приведены на рисунке 6.

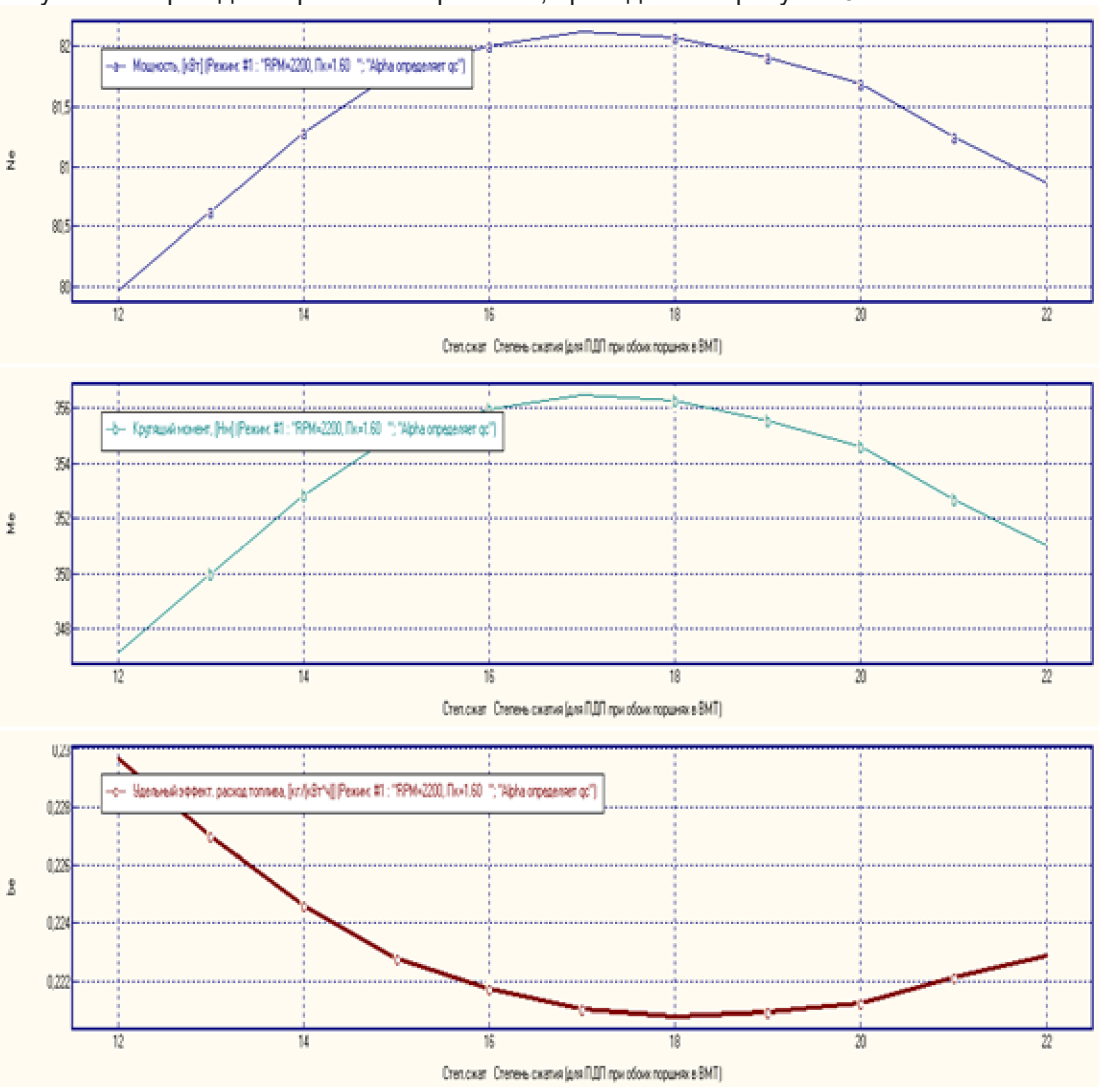


Рис.6 – Результаты одномерного сканирования при изменении степени сжатия, реализованные в программном комплексе Дизель РК, для двигателя Д-245-35

Была получена также регуляторная характеристика двигателя Д-240 (рис 7).

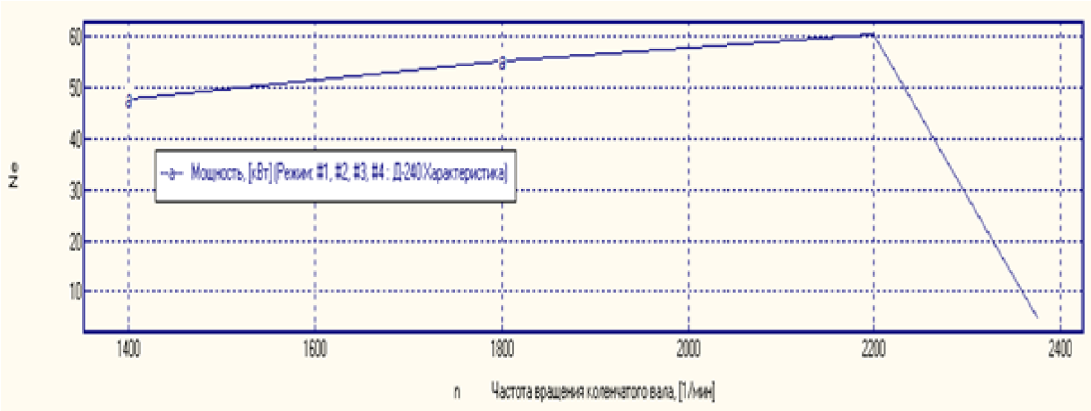


Рис. 7 – Регуляторная характеристика двигателя Д-240

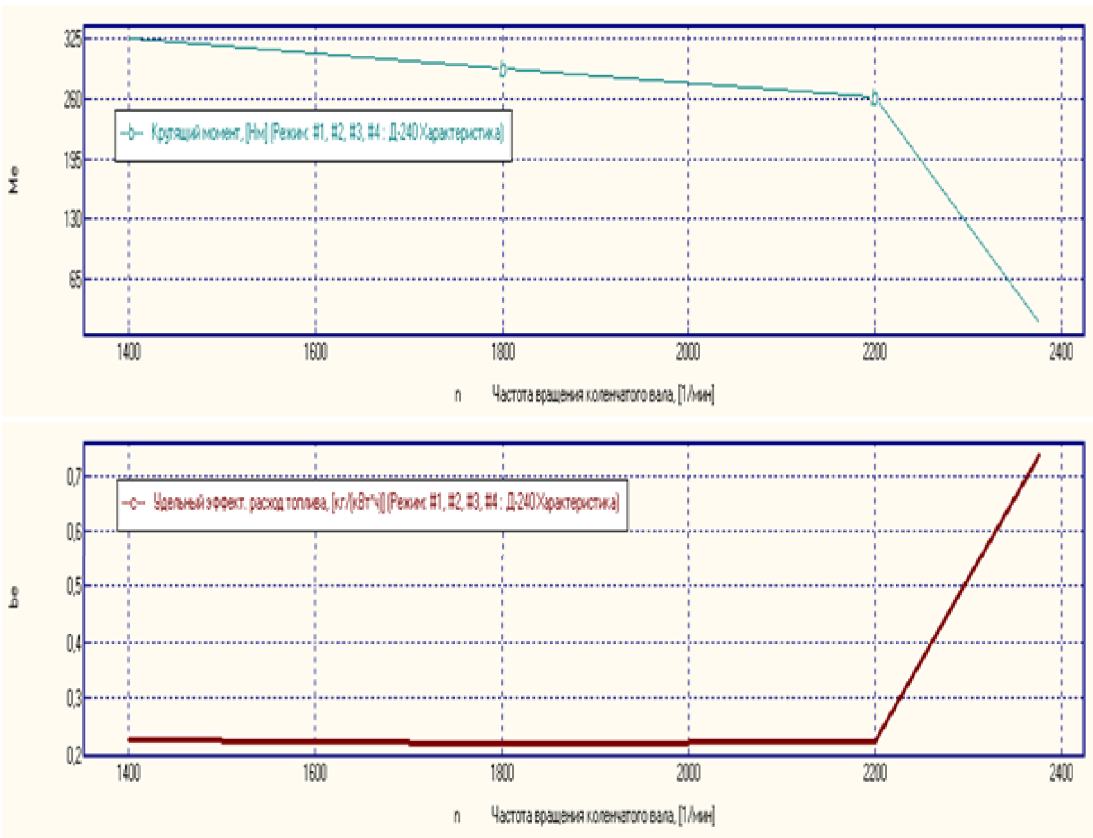


Рис. 7 – Регуляторная характеристика двигателя Д-240

Таким образом, можно отметить, что в настоящее время наиболее перспективным методом, используемым при разработке тракторных двигателей и их систем управления, является испытание и доводка двигателей на современных испытательных стендах и моделирование, в рамках которого элементы системы сопрягаются с компьютерной моделью двигателя и энергетической установки. Такой подход позволяет одновременно проводить проектирование и испытание двигателя и системы управления, что сокращает время научных исследований и разработки и обеспечивает экономию материальных затрат на испытания и доводку системы управления.

Заключение

В ходе выполнения исследований был представлен современный комплекс, позволяющий проводить научное исследование и испытание автотракторных двигателей внутреннего сгорания за счет оснащения современными контрольно–измерительными приборами и компьютерной системой регистрации прямых входных и выходных параметров двигателя на высоком уровне. Применение программного комплекса «Дизель РК» позволило провести разнообразные исследования в области моделирования характеристик двигателя.

Список литературы

1. Доводка поршневого двигателя с помощью математического моделирования рабочего процесса/ Кочев Н.С., Плотников Л.В.// В сборнике: Труды первой научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института. Ответственный редактор А. В. Костылев. 2016. С. 78-80. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26849766

2. Исследование влияния параметров дизеля на его экономические и экологические показатели Карышев Ю.Д., Свечников А.А. Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 1 (55). С. 79-83. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25732085

3. Формирование статических характеристик дизельного двигателя /Кузнецов А.Г., Харитонов С.В.// Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2020. № 1 (718). С. 43-50. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41833436 DOI: 10.18698/0536-1044-2020-1-43-50

4. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания. Кулешов А.С., Грехов Л.В. Москва, 2000. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

5. Методы оценки работоспособности систем газотурбинного наддува автотракторных двигателей./ Иншаков А.П., Курбаков И.И., Кувшинов А.Н. Саранск, 2015. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25551710

6. Моделирование рабочего процесса малоразмерного дизеля 4Ч8,5/11 с использованием программного комплекса ДИЗЕЛЬ – РК/ Дадилов А.С., Габалов Г.М., Алиева Х.Р. //В сборнике: Актуальные вопросы развития транспортной системы. сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2016. С. 73-78. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29856600

7. Применение программного комплекса

"ДИЗЕЛЬ-РК" при решении задач химмотологии/ Шаталов К.В., Адгамов И.Ф.// Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2019. № 9. С. 43-47. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41199645

8. Проектирование топливной аккумуляторной системы дизеля с возможностью управления характеристиками впрыскивания /Грехов Л.В., Бовина С.В. //Евразийский союз ученых. 2017. № 3-1 (36). С. 49-56. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32352629

9. Программа ДИЗЕЛЬ-РК: моделирование и оптимизация рабочих процессов ДВС /Кулешов А.С., Козлов А.В., Фадеев Ю.М., Барченко Ф.Б. //Двигатель. 2010. Т. 2010. С. 287. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

10. Результаты исследований взаимосвязей показателей работы тракторного дизеля с ГТН с помощью программного комплекса "ДИЗЕЛЬ РК"/ Иншаков А.П., Курбаков И.И., Кувшинов А.Н., Курбакова М.С., Гаранин С.А., Ладиков С.А. //В сборнике: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2017. С. 233-235. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32436626

11. Совершенствование методов и средств диагностирования турбокомпрессоров двигателей мобильной сельскохозяйственной техники/ Курбаков И.И.// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. Саранск, 2014 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24691791

12. Совершенствование технологии и средств холодной обкатки автотракторных ДВС./ Тимохин С.В., Королев И.С.// Нива Поволжья. 2015. № 1 (34). С. 61-65. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23817168

13. Усовершенствованный цикл динамического нагружения дизелей при обкатке. /Тимохин С.В., Родионов Ю.В. //Мир транспорта и технологических машин. 2013. № 3 (42). С. 40-46. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20655430

14. Удаленный доступ к современным программам моделирования рабочих процессов в ДВС и его топливных системах. /Иващенко Н.А., Кулешов А.С., Грехов Л.В., Фадеев Ю.М., Кулешов А.А. //В сборнике: Двигатель-2010. Материалы международной конференции. 2010. С. 255-257. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

15. Model for predicting air-fuel mixing, combustion and emissions in di diesel engines over whole operating range Kuleshov A.S. SAE Technical Papers. 2005. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

16. Multi-zone diesel fuel spray combustion model for the simulation of a diesel engine running on biofuel Kuleshov A., Mahkamov K. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. 2008. Т. 222. № 3. С. 309. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

17. Optimization of mixture formation and combustion in two-stroke op engine using innovative diesel spray combustion model and fuel system simulation software. Grekhov L., Mahkamov K., Kuleshov A. SAE Technical Papers. 2015. Т. 2015-September. № September. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

18. Use of multi-zone di diesel spray combustion model for simulation and optimization of performance and emissions of engines with multiple injection Kuleshov A.S. SAE Technical Papers. 2006. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43205025 DOI: 10.4271/2006-01-1385

IMPROVEMENT OF METHODS AND MEANS OF TESTING AGRICULTURAL TRACTOR ENGINES

Inshakov Alexander P., *doctor of technical sciences, professor department of Mobile Energy Means and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, Ogarev Mordovia State University, kafedra_mes@mail.ru*

Uspenskiy Ivan A., *doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department "Technical operation of transport", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Timokhin Sergey V., *doctor of technical Sciences, Professor, Professor of the Department of "Electric power and electrical engineering", Penza state University, timohinsv@gmail.com*

Kurbakov Ivan I., *Ph.D., Associate Professor of the Department of Mobile Power Means and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, ivankurbakov@mail.ru*

Kurbakova Maria S., *post-graduate student of the Department of Mobile Energy Facilities and Agricultural Machines named after Professor A.I. Leshankina, m.s.kurbakov@mail.ru*

Ogarev Mordovia State University.

Problem and purpose. *Currently, work on the development of new and modernization of manufactured diesel engines is not possible without conducting laboratory tests, during which various engine characteristics are obtained on stands, and internal combustion engine systems are configured and optimized. In this regard, research aimed at improving the efficiency of internal combustion engine testing by improving testing methods and tools, using PCs and modern software systems, is undoubtedly relevant. Thus, the purpose of the study is to improve methods and means of testing tractor engines. The objectives of this study are to develop an effective methodology and tools for testing the internal combustion engine, modeling its characteristics in software systems, and testing it with the presentation of the results of experimental studies.*

Methodology. *To perform the research tasks, GOSNITI Ki-5543 stand was upgraded, which allowed expanding its functionality by adding the function of registering fast-moving processes during the test both in idle mode and in loading mode. Using ADC and Power Graph software package as a part of the stand allows to get characteristics of the internal combustion engine depending on various arguments, in particular, on the engine speed. For modeling purposes, program "DIESEL-RK" was used, designed for calculating and optimizing two-stroke and four-stroke internal combustion engines.*

Results. *In order to determine the efficiency of the proposed methods and tools used for testing internal combustion engines, a number of experiments were conducted in this study. In the result, the characteristics of the transients of the internal combustion engine solved the optimization problem and the simulated characteristics of the engine in DIESEL RK program.*

Conclusion. *Thus, in the course of the research, a modern complex was presented allowing high-level research and testing of automotive internal combustion engines.*

Key words: *diesel engine, stand, software package, test, characteristics.*

Literatura

1. Dovodka porshnevogo dvigatelya s pomoshch'yu matematicheskogo modelirovaniya rabochego processa Kochev N.S., Plotnikov L.V. V sbornike: Trudy pervoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii molodyh uchenyh Ural'skogo energeticheskogo instituta. Otvetstvennyj redaktor A. V. Kostylev. 2016. S. 78-80. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26849766

2. Issledovanie vliyaniya parametrov dizelya na ego ekonomicheskie i ekologicheskie pokazateli Karyshev YU.D., Svechnikov A.A. Vestnik transporta Povolzh'ya. 2016. № 1 (55). S. 79-83. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25732085

3. Formirovanie staticheskih harakteristik dizel'nogo dvigatelya Kuznecov A.G., Haritonov S.V.

Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Mashinostroenie. 2020. № 1 (718). S. 43-50. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41833436 DOI: 10.18698/0536-1044-2020-1-43-50

4. Matematicheskoe modelirovanie i komp'yuternaya optimizaciya toplivopodachi i rabochih processov dvigatelej vnutrennego sgoraniya. Kuleshov A.S., Grekhov L.V. Moskva, 2000. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

5. Metody ocenki rabotosposobnosti sistem gazoturbinnogo nadduva avtotraktornyh dvigatelej./ Inshakov A.P., Kurbakov I.I., Kuvshinov A.N. Saransk, 2015. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25551710

6. Modelirovanie rabochego processa malorazmernogo dizelya 4CH8,5/11 s ispol'zovaniem programmnogo kompleksa DIZEL' – RK Dadilov A.S., Gabalov G.M., Alieva H.R. V sbornike: Aktual'nye voprosy razvitiya transportnoj sistemy. sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2016. S. 73-78. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29856600

7. Primenenie programmnogo kompleksa "DIZEL'-RK" pri reshenii zadach himmotologii

SHatalov K.V., Adgamov I.F. Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tekhnicheskie dostizheniya i peredovoj opyt. 2019. № 9. S. 43-47. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41199645

8. Proektirovanie toplivnoj akkumulyatornoj sistemy dizelya s vozmozhnost'yu upravleniya harakteristikami vpryskivaniya Grekhov L.V., Bovina S.V. Evrazijskij soyuz uchenyh. 2017. № 3-1 (36). S. 49-56. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32352629

9. Programma DIZEL'-RK: modelirovanie i optimizaciya rabochih processov DVS Kuleshov A.S., Kozlov A.V., Fadeev YU.M., Barchenko F.B. Dvigatel'. 2010. T. 2010. S. 287. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

10. Rezul'taty issledovanij vzaimosvyazej pokazatelej raboty traktornogo dizelya s GTN s pomoshch'yu programmnogo kompleksa "DIZEL' RK" Inshakov A.P., Kurbakov I.I., Kuvshinov A.N., Kurbakova M.S., Garanin S.A., Ladikov S.A. V sbornike: Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy. Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. Saransk, 2017. S. 233-235. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32436626

11. Sovershenstvovanie metodov i sredstv diagnostirovaniya turbokompressorov dvigatelej mobil'noj sel'skohozyajstvennoj tekhniki Kurbakov I.I. dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk / Nacional'nyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogareva. Saransk, 2014 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24691791

12. Sovershenstvovanie tekhnologii i sredstv holodnoj obkatki avtotraktornyh DVS./ Timohin S.V., Korolev I.S.// Niva Povolzh'ya. 2015. № 1 (34). S. 61-65. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23817168

13. Usovershenstvovannyj cikl dinamicheskogo nagruzheniya dizelej pri obkatke. /Timohin S.V., Rodionov YU.V. Mir transporta i tekhnologicheskih mashin. 2013. № 3 (42). S. 40-46. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20655430

14. Udalennyj dostup k sovremennym programmam modelirovaniya rabochih processov v DVS i ego toplivnyh sistemah. Ivashchenko N.A., Kuleshov A.S., Grekhov L.V., Fadeev YU.M., Kuleshov A.A. V sbornike: Dvigatel'-2010. Materialy mezhdunarodnoj konferencii. 2010. S. 255-257. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

15. Model for predicting air-fuel mixing, combustion and emissions in di diesel engines over whole operating range Kuleshov A.S. SAE Technical Papers. 2005. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

16. Multi-zone diesel fuel spray combustion model for the simulation of a diesel engine running on biofuel

Kuleshov A., Mahkamov K. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. 2008. T. 222. № 3. S. 309. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

17. Optimization of mixture formation and combustion in two-stroke op engine using innovative diesel spray combustion model and fuel system simulation software. Grekhov L., Mahkamov K., Kuleshov A. SAE Technical Papers. 2015. T. 2015-September. № September. https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=715916&show_refs=1&show_option=1

18. Use of multi-zone di diesel spray combustion model for simulation and optimization of performance and emissions of engines with multiple injection Kuleshov A.S. SAE Technical Papers. 2006. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43205025 DOI: 10.4271/2006-01-1385

УДК 631.347.084.13

10.36508/RSATU.2020.48.4.015

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АППАРАТОВ МАШИНЫ «КУБАНЬ-ЛК1»

РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, ryazantsev.41@mail.ru*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, kostenko.mihail2016@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

АНТИПОВ Алексей Олегович, *канд. техн. наук, зав. кафедрой общетехнических дисциплин, теории и методики профессионального образования Государственного социально-гуманитарного университета, antipov.aleksei2010@yandex.ru*

ЕВСЕЕВ Евгений Юрьевич, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, evseev.evgeniy.1995@mail.ru*

АНТИПОВ Олег Владимирович, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, oleg.antipov@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *В статье отмечается сложность работы дождевальной машины (ДМ) «Кубань-ЛК1» на склоновых землях, определяемых перепадом геодезических высот, вызывающих переполив, особенно в концевой части. Это приводит к нарушению технологического процесса полива из-за снижения тягово-сцепных характеристик последних тележек ДМ, что и послужило целью данного исследования.*

Методология. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные вопросы было проанализировано обеспечение автоматизированной групповой работы машин с дистанционным управлением, возможность реверсивного движения с поливом и без подачи воды в машину, проходимость на полях с низкой несущей способностью почв. Обосновывается возможность стабилизации расхода в концевой части ДМ дождевальных аппаратов в пределах 1,8-2,0 л/с при установке мембранного регулятора расхода типа Valtec VT.085 (масса ≈ 19,0 Н). При оснащении в указанной части трубопровода регулирующими устройствами большего количества аппаратов (десять и более) материалоемкость в разы возрастет. Приводится расчет по обоснованию соответствующих размеров регулятора с проведением поисковых исследований по их уточнению.*

Результаты. *Результаты настоящего исследования показали, что для снижения весовых характеристик регулирующего устройства на 50-60 % должна быть задача замены его на более легкую, усовершенствованную, малорасходную модификацию.*

Заключение. *Отмечается, что проведенные теоретико-поисковые исследования позволили уста-*

© Рязанцев А. И., Костенко М. Ю., Антипов А. О., Евсеев Е. Ю., Антипов О. В., 2020г.

новить: наиболее приемлемым для регулирования расхода в концевой части дождевальной машины «Кубань-ЛК1» может быть усовершенствованное регулирующее устройство мембранного типа; обоснованность этого определяется большей точностью процесса регулирования (93-95 %) и меньшей материалоемкостью по сравнению с серийными моделями регуляторов (на 50-60 %).

Ключевые слова: *дождевальная машина, регулятор давления, выходное давление.*

Введение

Сельское хозяйство Российской Федерации с его разнообразием форм хозяйствования характеризуется падением объема производства сельскохозяйственной продукции на площадях, подлежащих орошению. В первую очередь это связано с отсутствием надежности работы ранее выпускавшейся дождевальной техники, а также с большими сроками ее эксплуатации (более 10 лет), что, в свою очередь, ухудшает качество полива. Соответственно, валовая продукция, производимая на склоновых площадях, не превышает 10-16 % [1, 2].

Для орошения площадей, в том числе на склоновых участках, наибольшее значение производительности демонстрируют автоматизированные дождевальные машины (ДМ); в первую очередь к ним можно отнести ДМ кругового действия «Кубань-ЛК1» (рис. 1). Однако эксплуатация машины в указанных условиях зачастую затруднена из-за повышенных стоков, особенно в ее концевой части, определяемых повышенным расходом воды от перепада геодезических высот. Это приводит к нарушению технологического процесса полива из-за снижения тягово-сцепных характеристик последних тележек ДМ [3, 4].

1 – водопроводящий трубопровод консольной части, 2 – самоходная тележка

Рис. 1 – Общий вид ЭДМК «Кубань ЛК-1» на склоновом участке

В целях снижения весовых характеристик регулятора расхода на 50-60 %, поставлена задача его замены на более легкую, усовершенствованную, по увеличению до требуемого расхода, малорасходную модификацию.

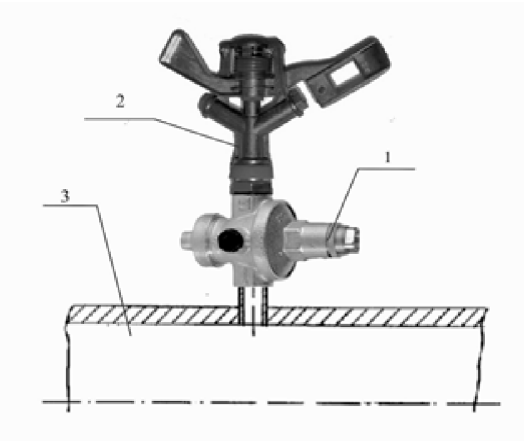
При оптимизации параметров регулятора расхода, в начале, рассчитывается величина его пропускной способности (K_v), которая определяется по выражению (1) [1,7,8]:

$$K_v = Q \times \sqrt{\frac{\rho}{1000 \times \Delta p}} \quad (1)$$

где: K_v – коэффициент пропускной способности;

Исследовательская часть

Наиболее эффективным способом для уменьшения стока в концевой части ДМ и, как следствие, для достижения повышенного качества полива по требованиям технологического процесса на склоновых участках, является установка регулирующих устройств, которые позволяют выровнять расходно-напорные характеристики дождевальных аппаратов (рис. 2). Наиболее приемлемым по техническим характеристикам для указанных целей, исходя из более высокой точности регулирования (93-95 %), является регулятор мембранного типа. Обеспечение стабилизации расхода в концевой части ДМ в пределах 1,8-2,0 л/с возможно при установке регулирующего устройства типа Valtec VT.085 (масса ≈ 19.0 Н). При оснащении указанными устройствами в концевой части трубопровода большего количества аппаратов (десять и более) материалоемкость в соответствующие разы возрастет [2,5,6].

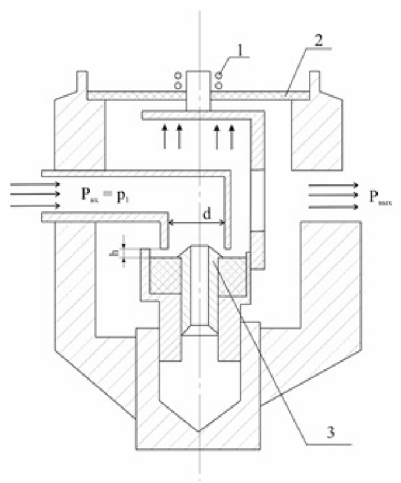


1 – регулятор расхода, 2 – дождевальный аппарат, 3 – водопроводящий трубопровод

Рис. 2 – Общий вид регулятора расхода с дождевальным аппаратом

Q – объемный расход, л/с;
ρ – плотность, кг/м³;
Δp – перепад давления (p_2-p_1), МПа;
p_1 – входное давление, МПа;
p_2 – выходное давление, МПа.

Обеспечение необходимого диапазона регулирования, режима работы и расхода воды при расчете параметров основных деталей регулятора зависит от его габаритных размеров, которые, в свою очередь, определяют параметры проходного сечения (d), мембраны 2 со штоком 3 и технические характеристики пружины (рис. 3).



1 – пружина; 2 – резиновая мембрана;
3 – шток

Рис. 3 – Расчетная схема к определению параметров регулятора давления

Для обеспечения в концевой части ДМ на уклоне требуемого расхода воды дождевальным аппаратом (в пределах 1,8-2 л/с) и для снижения материалоемкости типового регулятора расхода необходимо усовершенствование его малорасходной модификации посредством увеличения площади ее проходного сечения $f_э$ при сохранении существующих габаритных размеров и весовых характеристик [9,10,18].

Эффективная площадь сечения щели зависит от высоты подъема h клапана и рассчитывается по формуле (2):

$$f_э = \pi d h \qquad (2)$$

где d – диаметр входного патрубка, мм;
h – высота подъема клапана, мм.

При выборе высоты подъема клапана не допускают скорости движения жидкости во входном патрубке выше V=15 м/с, поэтому площадь сечения патрубка перед клапаном должна быть больше критической $S_{кр} \geq \frac{Q}{V} = \frac{2g^2 л/с}{150g\ м/с} = 0.0133g\ м^2 =$

$= 133\ мм^2$, что соответствует:

$$d = \sqrt{\frac{4 * 133}{\pi}} = 13\ мм$$

Основной технической характеристикой резиновых мембран 2, регуляторов с жестким центром, является так называемая эффективная площадь мембраны F_d. Величина эффективной площади зависит от смещения мембраны 2 относительно начального положения, за которое принимают совпадение площади заделки мембраны и жесткого центра, и определяется зависимостью (3):

Расчет мембраны 2 с жестким центром производится по формуле:

$$F_d = \frac{\pi}{12} \times (D_1^2 + D_2^2 + D_1 \times D_2) \qquad (3)$$

где: D_1 – диаметр заделки, мм;
D_2 – диаметр жесткого центра, мм.

Отсюда диаметр мембраны в месте заделки:

$$D_1 = 1.95 \times \sqrt{\frac{R}{(1 + \beta + \beta^2) \times p_m}} \qquad (4)$$

где: R – заданная нагрузка на штоке мембраны, Н;

p_m– давление в магистральном трубопроводе, МПа;

$\beta = \frac{D_2}{D_1}$ – коэффициент, β=0,6-0,8.

При этом толщина мембраны определяется по формуле:

$$\delta = 0.75 \times \frac{p_m \times D_1 \times (1 - \beta^2)}{[\tau_{ср}]} \qquad (5)$$

где $[т_{ср}]$ – допустимое напряжение на срез, Па.

Запишем уравнение движения мембраны с клапаном:

$$m_k \ddot{x} = (p_1 - p_a) S_п - (p_2 - p_a) S_{мемб} + kx - \alpha - F_{тр} \qquad (6)$$

p_a – атмосферное давление, МПа;

p_1 и p_2 – давление на входе и выходе из регулятора, МПа;

k – коэффициент жесткости пружины;

x – переменная клапана;

α – коэффициент сопротивления жидкости;

$F_{тр}$ – сила трения клапана, Н.

Воспользуемся аналитической зависимостью изменения давления Δp при изменении расхода Q через щель клапана:

$$\Delta p = \frac{\gamma}{2g} \times (\frac{Q}{\mu \varphi_э})^2 \qquad (7)$$

где $\Delta p = p_1 - p_2$ – изменения давления регулятора, МПа;

γ – объемный вес жидкости;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

μ – коэффициент расхода;

$\varphi_э$ – эффективная площадь сечения клапана, мм².

Коэффициент расхода μ в этом выражении зависит от режима движения жидкости. В нашем случае можно предположить о турбулентном течении жидкости, поэтому допустим для большинства режимов коэффициент расхода μ=const. Коэффициент расхода для клапанов с режимом R_e>100 принимаем μ=0,75.

За счет изменения положения дождевального аппарата в зависимости от геодезической высоты меняется напор на его входе; с учетом потерь на трение в трубопроводе дождевальной машины относительно неподвижной опоры, определяется с учетом выражения (2) и (7) на входе в регулятор:

$$p_2 = p_1 - \frac{\gamma}{2g} (\frac{Q}{\mu \times \pi d h})^2 \qquad (8)$$

Номинальный расход регулятора давления обеспечивается соотношением:

$$F_{пр} + P_{вх} \times (S_{c1} - S_{шт}) = P_{вых} \times S_{c2} \qquad (9)$$

где: $F_{пр}$ – сила, действующая со стороны пружины на мембрану и запорный элемент, Н;

$P_{вх}$ – давление на входе в регулятор, МПа.

Как видно из выражения 9, основным факто-

ром, влияющим на водный расход и надежность работы регулятора, является оптимальный подбор пружины 1. По агротехнологическим требованиям для обеспечения равномерного полива пружины выбираются из условия неограниченного вибрационного действия и рассчитываются на выносливость. При этом выбор материала производится с учетом выносливости в тех условиях, в которых работает регулятор [12-15].

Предел выносливости зависит от состояния поверхности пружины, а также от условий работы, возникающих на поверхностном слое витков.

При этом основной формулой при расчете параметров пружины 1 на прочность является:

$$8 \times k \times F_{\text{кон}} \times \frac{D_{\text{пр}}}{\pi \times d_{\text{п}}^3} = [\tau] \quad (10)$$

где k – коэффициент, зависящий от формы пружины и кривизны витка;

$F_{кон}$ – сила, действующая на пружину в конце процесса нагружения, Н;

$D_{пр}$ – средний диаметр пружины, м;

$d_п$ – диаметр проволоки, м;

[τ] – допустимое напряжение, Па.

Точность регулирования будет зависеть от затухания колебаний при изменении режима регулятора. Коэффициент затухания, в общем виде, определяется выражением:

$$n_з = \frac{\alpha}{m_k} \quad (11)$$

Анализ выражения показал, что коэффициент затухания зависит от массы клапана mk – она в нашем случае остается постоянной, коэффициент сопротивления α будет увеличиваться с увеличением сечения патрубка перед клапаном. Также точность регулирования зависит от коэффициента силового соотношения k_f в процессе регулирования [16-18]:

$$k_f = \frac{F_{\text{тр}}}{(p_1 - p_a)S_n - (p_2 - p_a)S_{\text{мемб}}} \quad (12)$$

Анализируя выражение (12), можно увидеть, что с увеличением площади патрубка перед клапаном $S_п$ при одинаковом давлении величина коэффициента k_f уменьшается.

Сравнительная характеристика серийного и усовершенствованного регуляторов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики серийного и усовершенствованного регуляторов мембранного типа

№ п.п	Наименование показателя	Единицы измерения	Значения	
			Серийный	Усовершенствованный
1.	Тип		мембранный регулятор «после себя»	мембранный регулятор «после себя»
2.	Рабочее давление	МПа	0.25	0.25
3.	Пределы регулирования	МПа	0.1 - 0.7	0.1 - 0.7
4.	Регулирующий орган		редукционный клапан с коническим седлом	редукционный клапан с коническим седлом
5.	Расход	л/с	0,69	2
6.	Диаметр входного отверстия	мм	10	13
7.	Условная пропускная способность	м³/ч	3,6	4.5
8.	Параметры мембраны: •Диаметр; •Толщина;	 мм мм	 64 3	 64 3
9.	Параметры пружины: •Количество витков; •Диаметр прутка;	 шт. мм	 6 4	 5 4
10.	Точность регулирования	%	±5	±5
11.	Габаритные размеры	мм	157x77x72	157x77x72
12	Масса	кг	0,9	0,9

Проведенный расчет и поисковые исследования позволили установить, что для пропуска расчетного расхода воды (Q = 1,8-2,0 л/с) существующим малорасходным и менее материалоемким (вес ≈ 8,0 Н) регулятором необходимо увеличение его пропускного сечения до 0,013 м, уменьшение жесткости пружины посредством подбора необходимого материала, соответствующего рассчитанным параметрам.

При этом точность регулирования расхода усовершенствованным регулятором находится в пределах, установленных требованиями (93-95 %).

Заключение

Проведенные теоретическо-поисковые исследования позволили выявить, что наиболее приемлемым для регулирования расхода в концевой части ДМ «Кубань-ЛК1» может быть усовершенствованное регулирующее устройство мембранного типа, обоснованность которого определяется:

- большей точностью процесса регулирова-

ния расходно-напорных характеристик (93-95 %);

- меньшей материалоемкостью (на 50-60 %).

Список литературы

1. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов., Е.А. Смирнова // Коломна, ГОУ ВО МО ГСГУ, 2018. – С. 246 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34933025

2. Рязанцев, А.И. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин / А.И. Рязанцев, А.О. Антипов // Коломна, ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. – С. 225 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35114523

3. Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines / Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Rembolovich G.K., Kostenko M.U. and d.r.// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, February 2019? – Vol. 14 No. 3, ISSN 1819-6608 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37010223

4. Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the Moscow region / Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Smirnov A.I. // Amazonia Investiga. 2019, - Т. 8. № 18. С. 323-329 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37009752

5. Technological features of irrigation and assessment indicators of multibasic irrigation machines running systems efficiency (on the example of im Kuban – LK1) / Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Smirnov A.I., Evseev E.Yu., Akhtyamov A.A., Rembalovich G.K. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019, - Т. 8. № 8 S3. С. 404-406. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39552647

6. Пленочные датчики давления / А.А. Казарян // Материалы XVII школы- семинара «Аэродинамика летательных аппаратов, - М.: Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского, 2006. – 63 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26228852

7. Эксплуатация и ремонт измерительных приборов и автоматических регуляторов на нефтезаводах / А.Б. Бакуткин, Б.С. Семенов // – М.: Гостоптехиздат, 1953. – 264 с.

8. Сельскохозяйственные машины : учебник для нач. проф. образования / А. И. Устинов. - 11-е изд., стер. - М. : Издательский центр <Академия>, 2012. - 264 с. ISBN 978-5-7695-9287-4 URL: https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_17933.pdf

9. Применение дождевальной техники / Сапунков А.П. // ВО «Агропромиздат», 1991 г.

10. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – В 2 ч. –Ч. 2. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 307 с. ISBN 5-93542-042-2. URL: http://www.rosniipm.ru/izdan/2013/orsist2.pdf

11. Юбилейный международный сборник научных трудов «Технологии и технические средства в мелиорации», посвященный 50-летию начала реализации широкомасштабной программы мелиорации земель и 50-летию образования ВНИИ "Радуга"/ [Сост. А.И. Банникова]; ФГБНУ ВНИИ "Радуга". - Коломна: ИП Лавренов А.В., 2017. - 192 с. URL: http://vniiraduga.ru/wp-content/uploads/2019/02/Sbornik-k-50-letiyu-VNII-Raduga.pdf

12. Rain Bird. Landscape Irrigation Design Manual. 2000 Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation. All rights reserved. Rain Bird Corporation, Tucson, AZ85706 USA. -126 p. URL: https://www.mtncom.net/store-files/spec-sheets/Wilkins/Backflow/american%20fork%20park%20and%20ride.pdf

13. Kisambuli Eric Kilaka. The effects of windbreaks on the effectiveness of sprinkler irrigation systems / Eric Kisambuli Kilaka. // Waterways Centre for Freshwater Management University of Canterbury Christchurch, New Zealand, 2015. - P. 169. http://dx.doi.org/10.26021/5676 URL: https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/10420

14. Методические рекомендации по комплексным технологическим и техническим решениям, обеспечивающим снижение энергоемкости эксплуатации мелиоративных систем: научн. издание. – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 164 с. ISBN 978-5-9906549-1-4 URL: https://inform-raduga.ru/sites/all/files/2015-04-20-raduga1.pdf

15. Оптимальная равномерность полива / И. Варлев // Гидравлика и мелиорация. - М., 1981. - № 6.- С. 77-81.

16. ГОСТ 24059-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технической оценки транспортных средств на этапе испытаний. - М.: Стандартинформ, 1988. - 48с. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-24059-88

17. ГОСТ ИСО 11545-2004. Оборудование сельскохозяйственное оросительное, машины дождевальные кругового и поступательного действий с дождевальными аппаратами или распылителями. Определение равномерности орошения. - М.: Стандартинформ, 2004. - 24с. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-11545-2004

18. ГОСТ ИСО 8224-1-2004. Машины дождевальные подвижные. Часть 1. Эксплуатационные характеристики и методы лабораторных и полевых испытаний. - М.: Стандартинформ, 2004. - 60с. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200044530

JUSTIFICATION OF PARAMETERS FOR IMPROVING THE FLOW REGULATOR OF SPRINKLERS OF THE KUBAN – LK1 MACHINE»

Ryazantsev Anatoly I., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, ryazantsev.41@mail.ru*

Kostenko Mikhail Yu., *doctor of technical Sciences, Professor of the Department of metal technology and machine repair, kostenko.mihail2016@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev,

Antipov Aleksey O., *Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of General Technical Disciplines, Theory and Methods of Professional Education, State Social and Humanitarian University, antipov.aleksei2010@yandex.ru*

Evseev Evgeny Yu., *PhD student, Department of Metal Technology and Machine Repair, evseev.evgeniy.1995@mail.ru*

Antipov Oleg V., *PhD student, Department of Metal Technology and Machine Repair, oleg.antipov@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Problem and purpose*. The article notes the complexity of the operation of the Kuban-LK1 sprinkler on sloping lands determined by the difference in geodetic heights that cause excess watering, especially in the end part. This causes some violation of the irrigation process due to a decrease in the traction characteristics of the last DM trolleys, which is the purpose of this study.*

Methodology. *To achieve the research purpose and answer the research questions, the provision of automated group operation of remote-controlled machines was analyzed, as well as the possibility of reverse movement with irrigation and without water supply to the machine, and cross-country ability in fields with low soil bearing capacity. The possibility of stabilizing the flow rate in the end part of the DM sprinklers in the range of 1.8-2.0 l/s when installing a Valtec VT.085 type diaphragm flow controller (weight ≈ 19.0 H) was justified. If more devices (ten or more) were equipped with regulating devices in the specified part of the pipeline, the material consumption would increase significantly. A calculation was given to justify the appropriate size of the regulator with search studies to refine them.*

Results. *The results of this study showed that in order to reduce the weight characteristics of the control device by 50-60 %, the task is to replace it with a lighter, improved, low-cost modification.*

Conclusion. It is noted that the conducted theoretical and search studies have allowed to establish that an improved membrane-type regulating device can be the most acceptable for regulating the flow rate in the end part of the Kuban-LK1 sprinkler. Its validity is determined by the greater accuracy of the control process (93-95 %) and lower material consumption compared to serial models of regulators (50-60 %).

Key words: *sprinkler, pressure regulator, output pressure*

Literatura

1. *Povyshenie ekspluatacionnyh pokazatelej transportnyh sistem mnogoopornyh mashin / A.I. Ryazancev, A.O. Antipov., E.A. Smirnova // Kolomna, GOU VO MO GSGU, 2018. – S. 246 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34933025*
2. *Ryazancev, A.I. Ekspluataciya transportnyh sistem mnogoopornyh mashin / A.I. Ryazancev, A.O. Antipov // Kolomna, GOU VO MO GSGU, 2016. – S. 225 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35114523*
3. *Ecological-energy directions for improving multiple sprinkling machines / Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Rembolovich G.K., Kostenko M.U. and d.r.// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, February 2019? – Vol. 14 No. 3, ISSN 1819-6608 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37010223*
4. *Water conservation while using irrigation devices of multiple supports in the conditions of the Moscow region / Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Olgarenko G.V., Smirnov A.I. // Amazonia Investiga. 2019, - T. 8. № 18. S. 323-329 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37009752*
5. *Technological features of irrigation and assessment indicators of multibasic irrigation machines running systems efficiency (on the example of im Kuban – LK1) / Ryazantsev A.I., Antipov A.O., Smirnov A.I., Evseev E.Yu., Akhtyamov A.A., Rembalovich G.K. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019, - T. 8. № 8 S3. S. 404-406. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39552647*
6. *Plenochnye datchiki davleniya / A.A. Kazaryan // Materialy XVII shkoly- seminara «Aerodinamika letatel'nyh apparatov, - M.: Central'nyj aerogidrodinamicheskij institut im. professora N.E. ZHukovskogo, 2006. – 63 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26228852*
7. *Ekspluataciya i remont izmeritel'nyh priborov i avtomaticheskih regulyatorov na neftezavodah / A.B. Bakutkin, B.S. Semenov // – M.: Gostoptekhizdat, 1953. – 264 s.*
8. *Sel'skohozyajstvennye mashiny : uchebnik dlya nach. prof. obrazovaniya / A. I. Ustinov. - 11-e izd., ster. - M. : Izdatel'skij centr <Akademiya>, 2012. - 264 s. ISBN 978-5-7695-9287-4 URL: https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_17933.pdf*
9. *Primenenie dozhdeval'noj tekhniki / Sapunkov A.P. // VO «Agropromizdat», 1991 g.*
10. *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya / V. N. SHCHedrin, A. V. Kolganov, S. M. Vasil'ev, A. A. CHuraev. – V 2 ch. –CH. 2. – Novocherkassk: Gelikon, 2013. – 307 s. ISBN 5-93542-042-2. URL: http://www.rosniipm.ru/izdan/2013/orsist2.pdf*
11. *YUbilejnyj mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov «Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva v melioracii», posvyashchennyj 50-letiyu nachala realizacii shirokomasshtabnoj programmy melioracii zemel' i 50-letiyu obrazovaniya VNII "Raduga"/ [Sost. A.I. Bannikova]; FGBNU VNII "Raduga". - Kolomna: IP Lavrenov A.V., 2017. - 192 s. URL: http://vniiraduga.ru/wp-content/uploads/2019/02/Sbornik-k-50-letiyu-VNII-Raduga.pdf*
12. *Rain Bird. Landscape Irrigation Design Manual. 2000 Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation.*

All rights reserved. Rain Bird Corporation, Tucson, AZ85706 USA. -126 p. URL: https://www.mtncom.net/store-files/spec-sheets/Wilkins/Backflow/american%20fork%20park%20and%20ride.pdf

13. Kisambuli Eric Kilaka. The effects of windbreaks on the effectiveness of sprinkler irrigation systems / Eric Kisambuli Kilaka. // Waterways Centre for Freshwater Management University of Canterbury Christchurch, New Zealand, 2015. - R. 169. http://dx.doi.org/10.26021/5676 URL: https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/10420

14. Metodicheskie rekomendacii po kompleksnym tekhnologicheskim i tekhnicheskim resheniyam, obespechivayushchim snizhenie energoemkosti ekspluatacii meliorativnyh sistem: nauchn. izdanie. – Kolomna: IP Vorob'ev O.M., 2015. – 164 s. ISBN 978-5-9906549-1-4 URL: https://inform-raduga.ru/sites/all/files/2015-04-20-raduga1.pdf

15. Optimal'naya ravnomernost' poliva / I. Varlev // Gidravlika i melioraciya. - M., 1981. - № 6.- S. 77-81.

16. GOST 24059-88. Tekhnika sel'skohozyajstvennaya. Metody ekspluatacionno-tekhnicheskoj ocenki transportnyh sredstv na etape ispytanij. - M.: Standartinform, 1988. - 48s. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-24059-88

17. GOST ISO 11545-2004. Oborudovanie sel'skohozyajstvennoe orositel'noe, mashiny dozhdeval'nye krugovogo i postupatel'nogo dejstvij s dozhdeval'nymi apparatami ili raspylitelyami. Opredelenie ravnomernosti orosheniya. - M.: Standartinform, 2004. - 24s. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-11545-2004

18. GOST ISO 8224-1-2004. Mashiny dozhdeval'nye podvizhnye. CHast' 1. Ekspluatacionnye harakteristiki i metody laboratornyh i polevyh ispytanij. - M.: Standartinform, 2004. - 60s. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200044530

УДК 656.033.2 ***10.36508/RSATU.2020.48.4.016***

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЯБЛОК В ТАРЕ ПРИ ИХ ПЕРЕВОЗКЕ ПО ДОРОГАМ С РАЗЛИЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ

СИМДЯНКИН Аркадий Анатольевич, *д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ТЭТ, seun2006@mail.ru*

БЕЛЮ Людмила Петровна, *соискатель, кафедра ТЭТ, mila2807@bk.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет им.П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является оценка влияния расположения в кузове автомобиля ящиков с яблоками сорта «Айдаред», устойчивыми к повреждениям, на изменение скорости колебаний отдельных плодов в декартовой системе координат при движении транспортного средства по дорогам с различным покрытием и с различной скоростью.*

Методология. *В качестве объекта исследований были выбраны яблоки, уложенные в стандартный ящик, размещаемый в трех положениях в кузове автомобиля «Форд Транзит». Измерения проводились на дорогах с тремя различными типами покрытий – асфальт, щебень и грунт на скоростях автомобиля, находящихся в диапазоне 20-50 км/ч. При проведении исследований использован метод замера ускорений в трех направлениях встроенным в смартфон акселерометром с установленным на нем программным обеспечением «Измеритель вибрации 1.3.6 APK», а также классические расчетные методы, позволяющие определить скорость яблока и его кинетическую энергию.*

Результаты. *Выявлено наилучшее (с точки зрения повреждаемости плодов) расположение ящиков с яблоками – между осями автомобиля, и наихудшее – над задней осью. Приведена оценка вероятных повреждений плодов на основе расчета изменения их кинетической энергии при движении автомобиля. Определено изменение влажности плодов во времени при имитации получасовой перевозки яблок по щебеночной дороге со скоростью 20 км/ч. Установлено, что зафиксированное повышение абсолютной влажности плодов (более, чем на 10 %) существенно ускорит процессы биологического разложения, и даже дополнительное охлаждение не сможет существенно замедлить этот процесс.*

Заключение. *На основании проведенных исследований рекомендуется избегать дорог с грунтовым и щебеночным покрытием в период их неудовлетворительного состояния, а при невозможности избежать таких участков использовать низкую скорость движения (не выше 20 км/ч), располагая ящики между осями автомобиля.*

Ключевые слова: *автомобиль, сельскохозяйственная продукция, скорость, дорожное покрытие, транспорт, ускорение.*

© Симдянкин А. А., Белю Л. П., 2020 г.

Введение

Хорошо известны высокие европейские требования к качеству экспортируемой сельскохозяйственной продукции [1, 3], включающие, в частности, такие параметры как лежкость, повреждаемость [4-5], чувствительность к патогенам, качество после охлаждения [6], качество после обработки. Часто эти параметры, например, повреждаемость продукции в процессе транспортировки, определяются сортами овощей и фруктов. Однако переход к устойчивым к повреждениям сортам не означает сохранение исходного вкуса, который нравился потребителям. Кроме того, применение новейших технологий перевозки, техники и упаковки не гарантирует отсутствия механических воздействий при перевозке продукции [7-9]. Охлаждение при перевозке различных овощей и фруктов [10], несмотря на разбиение их по категориям (низкой, средней и высокой чувствительности) и учета их при транспортировке, тем не менее может существенно снижать качество продукции [11-14], при этом повреждения от переохлаждения обычно становятся видны невооруженным глазом. Работы по снижению повреждаемости плодоовощной продукции в процессе транспортировки затрагивают, в основном, проблему, связанную с тарой [15-18], которая, действительно, во многом определяет сохранность. Однако отсутствуют данные по оценке воздействия возникающих в процессе транспортировки колебаний на повреждаемость продукции, в том числе в зависимости от дорожного покрытия. Таким образом, на основании вышесказанного может быть сформулирована цель исследования – оценить воздействие колебаний кузова автомобиля на скорость перемещения отдельных плодов в зависимости от положения ящика с плодами в кузове автомобиля и типа дорожного покрытия.

Методы и материалы

В качестве объекта исследований были выбраны яблоки сорта «Айдаред», уложенные в стандартный ящик, размещаемый в пяти положениях в кузове автомобиля «Форд Транзит» (рис.1). Анализ состояния подвески автомобиля показал, что достаточно использовать одну из двух диагоналей для размещения ящика – 1-2-3 или 2-4-5 – в предположении симметричности ударно-колебательных воздействий на оси автомобиля со стороны дорожного покрытия. Был выбран вариант 2-4-5 вследствие наличия на этой диагонали водителя транспортного средства, чья масса, существенно превышающая массу ящика с яблоками, может оказать влияние на колебательные процессы в кузове автомобиля.

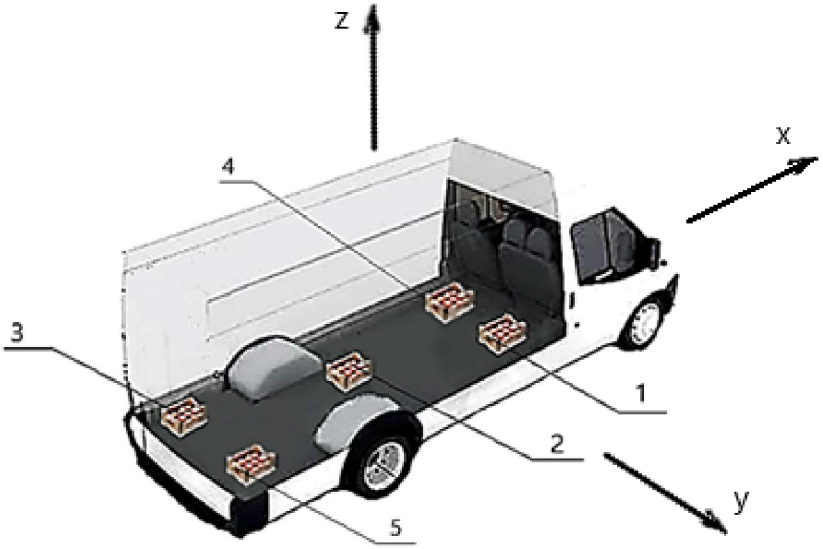


Рис. 1 – Варианты расположения ящика с яблоками в кузове автомобиля и направления осей измерения ускорения x, y, z

Направления осей измерения ускорения совпадали: с продольной осью автомобиля – ось x, поперечной – ось y и вертикальной – ось z.

Для измерения ускорения в декартовой системе координат использовалось программное обеспечение «Измеритель вибрации 1.3.6 APK», установленное на iPhone5, который располагали в центре ящика с яблоками.

Измерения проводились на дорогах с тремя различными типами покрытий – асфальт, щебень и грунт на скоростях автомобиля, находящихся в диапазоне 20-50 км/ч. При этом пределы скорости были выбраны на основании предварительных замеров ускорений яблок, показавших недопустимо большие значения при превышении 20 км/ч для грунта и щебня, и 50 км/ч – для асфальта на некоторых участках движения.

Для измерения массы яблок использовались весы Mercury M-ER 326AFU-3.01 LCD Post II.

Программа исследования включала следующие позиции:

- тарировка программного обеспечения для смартфона с определением цены деления шкалы в различных диапазонах измерений;
- определение ускорений по осям x, y, z яблок, которые были размещены в ящике, поочередно устанавливаемом в позициях 2,4,5 при скоростях движения автомобиля 20 км/ч для грунта и щебня, 30 км/ч и 50 км/ч – для асфальта.

Задачей исследования являлось определение

положения ящика с яблоками в кузове автомобиля, позволяющего минимизировать колебания яблок при различных скоростях автомобиля на различных дорожных покрытиях, а также оценка изменения кинетической энергии отдельного плода за время транспортировки.

При проведении исследований использован метод замера ускорений в трех направлениях встроенным в смартфон акселерометром, а также классические расчетные методы, позволяющие определить скорость яблока и его кинетическую энергию.

Результаты

Программный продукт «Измеритель вибрации 1.3.6 АРК» позволяет фиксировать изменение ускорения в трех взаимно перпендикулярных плоскостях – пример характерного изменения ускорения по оси «x» приведен на рисунке 2. Площадь каждой фигуры – произведение ускорения на время – позволяет вычислить скорость v на конкретном участке движения (регистрации ускорения). Усредняя скорости на участках измерения, получим среднюю скорость движения яблока за все время измерения.

Кинетическая энергия «среднестатистического» яблока (m = 0,143 кг), использованного в экспериментах, за все время движения транспортного средства может быть оценена по известной формуле

$$E=\frac{mv^2}{2}.$$

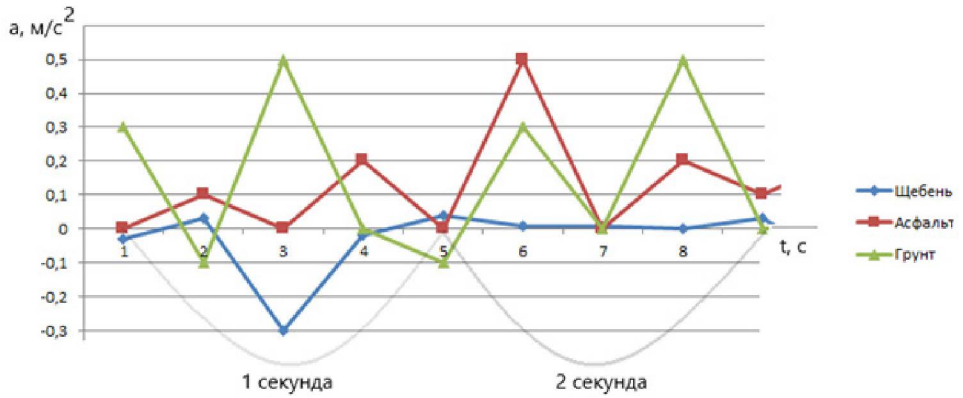


Рис. 2 – Изменение ускорения яблока по оси «x» в положении 4 ящика в кузове автомобиля при его движении по разным дорожным покрытиям

Полученные экспериментальные результаты для последующего анализа были сгруппированы по нескольким позициям, для которых оценивалось изменение скорости колебаний яблок в ящике в декартовой системе координат (x, y, z) в зависимости от его положения (2, 4, 5) в кузове автомобиля при движении с различной скоростью по дорогам с различным покрытием (рис.3-7).

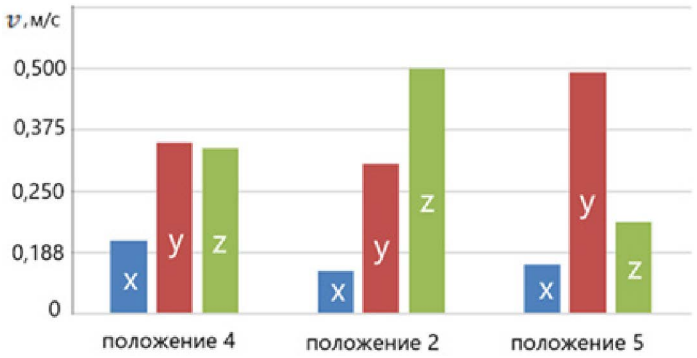


Рис. 3 – Изменение скорости колебаний яблок в ящике в зависимости от его положения в кузове автомобиля, движущегося со скоростью 50 км/ч по асфальту: x, y, z– оси декартовой системы координат

Анализ приведенных на рисунке 3 данных позволяет сделать следующие выводы:

- при движении автомобиля по асфальту со скоростью 50 км/ч положение ящика несущественно влияет на колебания яблок вдоль продольной оси автомобиля (ось x) – максимальное абсолютное отклонение составляет 0,09 м/с;
- положение ящика над задней осью повышает уровень колебаний в вертикальной оси (ось z) на 44 %;
- положение ящика на задней консоли кузова (за задней осью) увеличивает амплитуду колебаний ящика вдоль поперечной оси автомобиля (ось y).

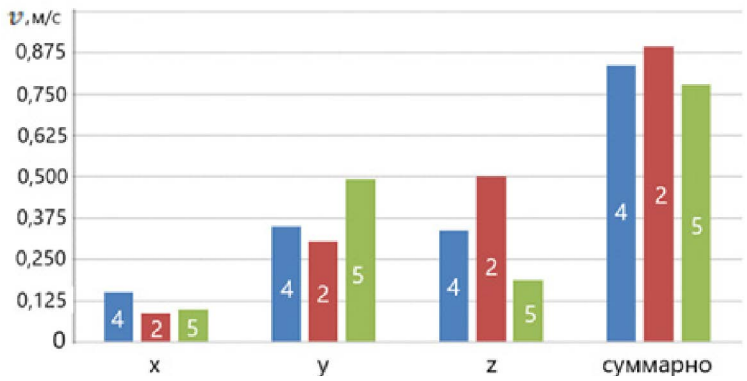


Рис.4 – Изменение скорости перемещения яблок в различных направлениях (x, y, z) в зависимости от положения (2, 4, 5) ящика в кузове автомобиля при движении со скоростью 50км/ч по асфальту: 2, 4, 5 – положения ящика в кузове автомобиля

Анализ приведенных на рис.4 данных позволяет сделать следующие выводы:

- при движении автомобиля по асфальту со скоростью 50 км/ч превалирующими направлениями колебаний ящика являются вертикальная и поперечная оси автомобиля;
- наилучшим положением для ящика является задняя консоль кузова (за задней осью), поскольку суммарные колебания в этом положении являются наименьшими, а наихудшим – положение над задней осью.

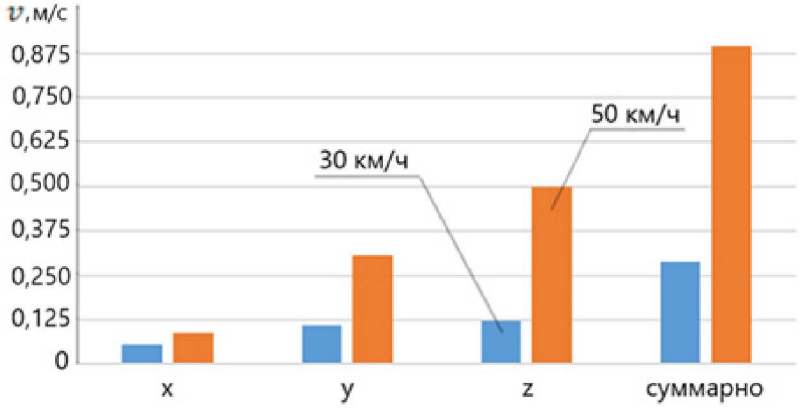


Рис.5 – Изменение скорости перемещения яблок в различных направлениях в положении 2 ящика при изменении скорости автомобиля с 30 км/ч (левые столбики) до 50 км/ч (правые столбики) на асфальтовом покрытии

Анализ приведенных на рис.5 данных позволяет сделать вывод о том, что снижение скорости автомобиля с 50 км/ч до 30 км/ч (1,7 раза) позволяет снизить суммарные колебания по всем трем осям координат более чем в 3 раза.

Поскольку положение 2 ящика было признано наименее удачным для размещения ящика с яблоками, то для положений 4 и 5 были проведены дополнительные эксперименты с целью определения одного из двух наиболее удачных с точки зрения наименьшего уровня колебаний плодов, оцениваемого по средней скорости их перемещения. При этом транспортировка осуществлялась по дорогам с различным покрытием – асфальт, грунт, щебень – на скорости 20 км/ч. Данный скоростной режим был выбран из соображений безопасности движения автомобиля в период весенней распутицы по покрытиям из щебня и грунта, находящихся в «среднестатистически плохом» состоянии в этот период.

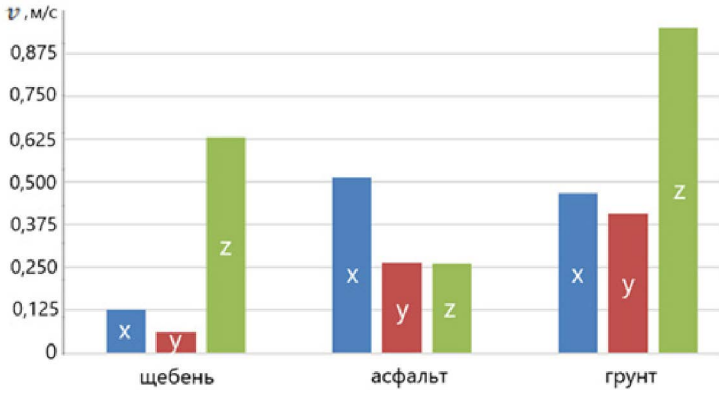


Рис.6 – Изменение скорости перемещения яблок в различных направлениях в положении 4 ящика на различных покрытиях при скорости автомобиля 20 км/ч: x, y, z – оси декартовой системы координат

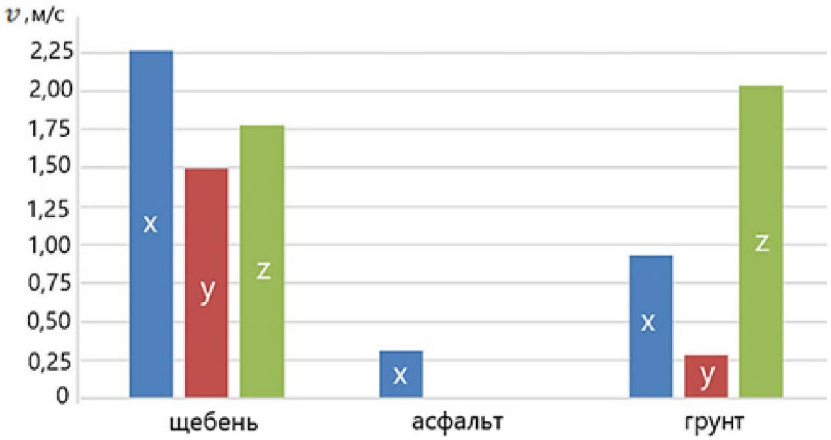


Рис.7 – Изменение скорости перемещения яблок в различных направлениях в положении 5 ящика на различных покрытиях при скорости автомобиля 20 км/ч: x, y, z – оси декартовой системы координат

Анализ приведенных на рисунках 6,7 данных позволяет сделать следующие выводы:

- наиболее значительные колебания для обоих положений ящика в кузове автомобиля регистрируются вдоль его продольной (x) и вертикальной (z) осей;
- консольное расположение 5 ящика – за задней осью автомобиля – существенно увеличивает колебания по всем направлениям (осям) при движении автомобиля по щебеночному покрытию, однако на асфальте и грунте колебания в этом положении значительно ниже, чем для положения 4 ящика.

Зная скорость движения яблок за период регистрации (4,5 с) и среднюю масссу плода, оценим изменение кинетической энергии по вышеприведенной формуле. Результаты вычислений приведены на рисунке 8 для трех различных положений ящика в кузове автомобиля и рисунке 9 для трех типов покрытий.

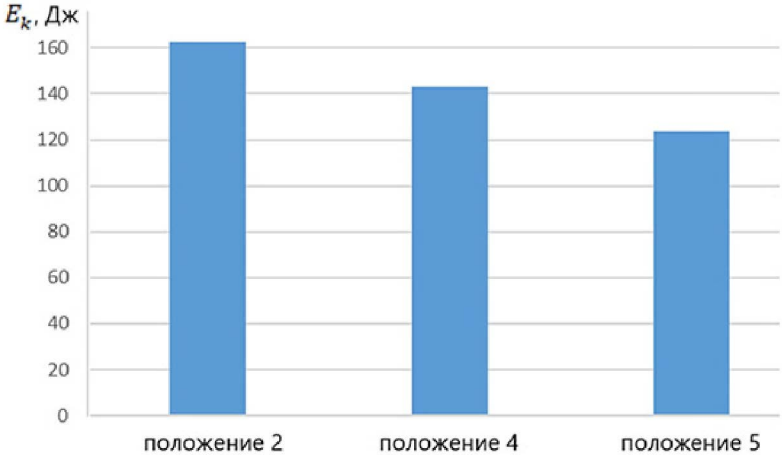


Рис. 8 – Изменение кинетической энергии отдельного плода весом 0,143 кг за час транспортировки в зависимости от положения ящика в кузове автомобиля при его движении по асфальту со скоростью 50 км/ч

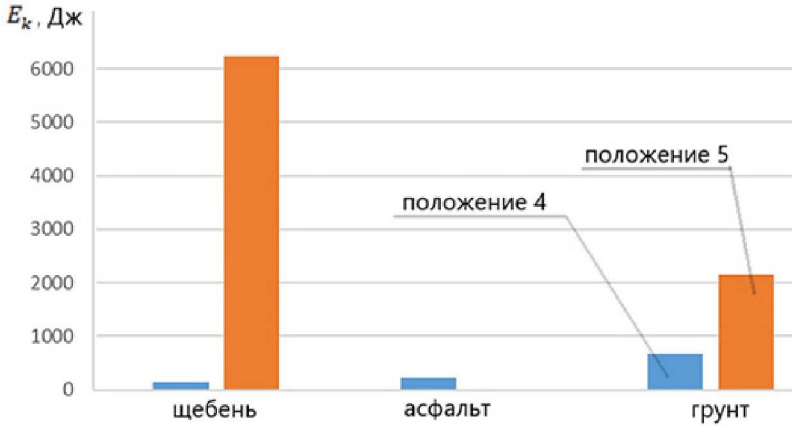


Рис. 9 – Изменение кинетической энергии отдельного плода весом 0,143 кг за час транспортировки в зависимости от положения ящика в кузове автомобиля при его движении по дорогам с различным покрытием со скоростью 20 км/ч

Кинетическая энергия будет переходить во внутреннюю энергию при соударении яблок друг с другом и стенками ящика, что приведет к ускоренной их порче как за счет выделения тепла, так и повышения влажности при повреждениях (рис.10).

Для сравнения: энергия, необходимая для нагрева 1 л воды от 20 ºС до 100 ºС, равна 335 кДж. Семь яблок, каждое весом 0,143 кг (общим весом 1,001 кг), будут обладать при часовой транспортировке по щебеночной дороге в положении 5 ящика кинетической энергией 32 кДж, а при 10-часовой – энергией 320 кДж, что почти равно энергии, затрачиваемой на доведение 1 л жидкости до кипения.

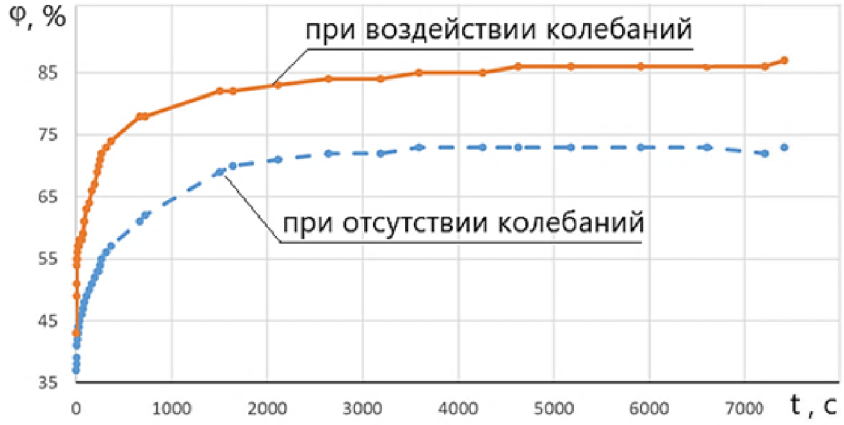


Рис. 10 – Изменение влажности φ плодов от времени t при имитации получасовой перевозки яблок по щебеночной дороге со скоростью 20 км/ч

Таким образом, повышение абсолютной влажности плодов более чем на 10 % существенно ускорит биологические процессы разложения, и даже дополнительное охлаждение не сможет существенно повлиять на них.

Заключение

Помимо выявленных зависимостей перемещений (колебаний) плодов от положений ящиков в кузове, существуют и зависимости от типа, характеристик и технического состояния подвески автомобиля, которая ведет себя по-разному на различных дорожных покрытиях и загруженности кузова автомобиля.

На основании результатов исследований можно рекомендовать избегать дорог с грунтовым и щебеночным покрытием в период их неудовлетворительного состояния, а при невозможности избежать таких участков использовать низкую скорость движения (не выше 20 км/ч), располагая ящики между осями автомобиля.

Список литературы

1. Report of the international Workshop on the use of agricultural quality standards in technical regulations and the application of standards in international trade. United Nations Economic Commission for Europe, Committee on Trade, Working Party on Agricultural Quality Standards Specialized Section on Standardization of Fresh Fruit and Vegetables: Anapa, Russian Federation, 4-7 October 2010. – P.34. URL: https://www.unece.org/trade/agr/promotion/promotioncapacitybuilding.html

2. Conventional and alternative pre-harvest treatments affect the quality of ‘Golden delicious’ and ‘York’ apple fruit / Teixeira G.H. de Almeida, V. Meakem, C. de L. Medeiros de Morais, K. M. Gomes de Lima, S. R. Whitehead // Environmental and Experimental Botany. 2020. Volume 173. Article 104005. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104005 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847220300319

3. Cuticular wax composition changes of 10 apple cultivars during postharvest storage / Y. Chai, A. Li, S. C. Wai, C. Song, Q. Lin // Food Chemistry. 2020. Volume 32415. Article 126903. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126903. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32361095/

4. Determining the resistance to mechanical damage of apples under impact loads / R. Stopa, D. Szyjewicz, P. Komarnicki, Ł. Kuta // Postharvest Biology and Technology. 2018. Vol. 146. P. 79-89. doi: 10.1016/j.postharvbio.2018.08.016 URL: https://www.researchgate.net/publication/327321223_Determining_the_resistance_to_mechanical_damage_of_apples_under_impact_loads

5. Beyaz A. Harvest glove and LabView based mechanical damage determination on apples // Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 22826. P. 49-55. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.049 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817306015

6. Effect of innovative microwave assisted freezing (MAF) on the quality attributes of apples and potatoes / P. K. Piyush Kumar Jha, S. Chevallier, E. Xanthakis, V. Jury, A. Le-Bail // Food Chemistry. 2020. Volume 30930. Article 125594. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125594 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619317182

7. Effect of vibration on storage quality and ethylene biosynthesis-related enzyme genes expression in harvested apple fruit / F. Lu, F. Xu, Z. Li, Y. Liu, L. Zhang // Scientia Horticulturae. 2019. Volume 24930. P. 1-6. doi: 10.1016/j.scienta.2019.01.031 URL: https://www.x-mol.com/paper/1308412163302592512?recommendPaper=1308412176195883008

8. Юхин, И. А. Снижение повреждений картофеля и яблок на внутрихозяйственных перевозках стабилизацией транспортных средств :

автореф. дис. ...докт. техн. наук: 05.20.01. - Рязань, 2016. - 38 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30448678

9. Energy analysis of vehicle suspension oscillation cycle / Ryabov I.M., Chernyshov K.V., Pozdeev A.V. // 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING, ICIE 2016. PROCEDIA ENGINEERING. Elsevier Ltd, Chelyabinsk, 2016 г. – p. 384-392. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.730 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816312796

10. Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 N 272 (ред. от 12.12.2017, с изм. от 22.12.2018). "Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113363/

11. Influence of drop shock on physiological responses and genes expression of apple fruit / F. Xu, F. Lu, Z. Xiao, Z. Li // Food Chemistry. 2020. Vol. 30315. Article 125424. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125424 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619315389

12. Limit values of impact energy determined from contours and surface pressure distribution of apples under impact loads / R. Stopa, D. Szyjewicz, P. Komarnicki, Ł. Kuta // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 154. P. 1-9. doi: 10.1016/j.compag.2018.08.041 URL: https://www.researchgate.net/publication/327467644_Limit_values_of_impact_energy_determined_from_contours_and_surface_pressure_distribution_of_apples_under_impact_loads

13. O'Brien M., Claypool L.L., ect. Causes of fruit bruising on transport trucks. – Hilgardia, 1963, №6, vol. 35. p.113-124. doi:10.3733/hilg.v35n06p113. URL: http://hilgardia.ucanr.edu/Abstract/?a=hilg.v35n06p113

14. O'Brien M., I.P. Gentri, Gibsos R.C., ect. Vibrating characteristics of fruits as related, to in transit injury. – Transactions of the ASAE, 1965№2, vol. 8. doi:10.13031/2013.40480 URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Vibrating-Characteristics-of-Fruits-as-Related-to-O%27Brien-Gentry/e9fe61431e2dad1d3946203581c77c3b373878fd

15. Патент №2041846, МПК B65D21/02. Универсальная штабелируемая тара для сбора, перевозки и хранения плодов и овощей.Г.М.Арсеньев, А.З.Васильев, А.Н.Жучков. Опубл. 20.08.1995, Бюл.№21. URL: http://allpatents.ru/patent/2041846.html

16. Патент №2328427 МПКB65D 81/26 (2006.01) B65D 85/34 (2006.01) B65D 71/00 (2006.01) B65D 19/00 (2006.01). Паллетируемый контейнер для хранения и транспортирования сельскохозяйственной или плодоовощной продукции.С. Джонатан. Опубл. 10.07.2008, Бюл.№19. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_2005119171_20060120_A_RU/

17. Бышов Н .В., Борычев С. Н., Успенский И. А., Кокорев Г. Д., Юхин И. А., Креков С. А., Шафоростов В. А. Обзор разработок в области сохранения качества яблок при перевозке контейнерным способом // Политематическийсетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. - №133. - С. 1280-1299. doi: 10.21515/1990-4665-133-113 URL: http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/113.pdf

18. Simdiankin A.A., Byshov N. V., Borychev S. N., YukhinI.A., GolikovA.A. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading // Bulletin of 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies (ICFET2018) & 3rd International Conference on Knowledge Engineering and Applications (ICKEA 2018). – RUDN. - 2018. - pp.176-180. doi: 10.1145/3233347.3233362 URL: https://www.researchgate.net/publication/327788822_Increasing_the_Safety_of_Agricultural_Products_During_Its_Transportation_and_Unloading

ASSESSMENT OF APPLES' DAMAGE IN CONTAINERS WHEN TRANSPORTING THEM ON ROADS WITH DIFFERENT SURFACES

Simdiankin Arkadii A., *Dr.Sc, Professor, Department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.Kostychev, seun2006@mail.ru*

Belyu Lyudmila P., *researcher, Department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.Kostychev, mila2807@bk.ru*

Problem and purpose. *The purpose of this study is to assess the effect of the location of boxes with Idared apples, resistant to damage, in the car body on the change in the vibration speed of individual fruits in a Cartesian coordinate system when a vehicle moves on roads with different surfaces and at different speeds.*

Methodology. *Apples in a standard box placed in three positions in the body of a "Ford Transit" car were chosen as the object of the research. The measurements were carried out on roads with three different types of surface – asphalt, crushed stone and soil at vehicle speeds of 20-50 km/h. During the research measuring accelerations was done with the help of an accelerometer built into a smartphone with "Vibration Meter 1.3.6 APK" software installed on it. Besides the classical calculation methods allowing to determine the speed of an apple and its kinetic energy were used.*

Results. *The best (in terms of fruit damage) location of boxes with apples is found and that was between the axles of the car, and the worst ones were above the rear axle. The estimation of probable damage to fruits based on the calculation of changes in their kinetic energy when driving a car was given. The change of fruit moisture was determined when simulating a half-hour transportation of apples along a gravel road at a speed of 20 km/h. It was found that the recorded increase in the absolute humidity of fruits (more than 10*

%) significantly accelerated the processes of biological decomposition. And even additional cooling could not significantly slow down this process.

Conclusions. *Based on the conducted research it is recommended to avoid roads with dirt and crushed stone surfaces during their unsatisfactory condition. If it is impossible to avoid such sections a driver should use a low speed (no higher than 20 km/h) placing boxes between the axles of the car.*

Key words: *acceleration, agricultural products, road surface, speed, transport, vehicle.*

Literatura

1.Report of the international Workshop on the use of agricultural quality standards in technical regulations and the application of standards in international trade. United Nations Economic Commission for Europe, Committee on Trade, Working Party on Agricultural Quality Standards Specialized Section on Standardization of Fresh Fruit and Vegetables: Anapa, Russian Federation, 4-7 October 2010. – P.34. URL: https://www.unece.org/trade/agr/promotion/promotioncapacitybuilding.html

2. Conventional and alternative pre-harvest treatments affect the quality of 'Golden delicious' and 'York' apple fruit / Teixeira G.H. de Almeida, V. Meakem, C. de L. Medeiros de Morais, K. M. Gomes de Lima, S. R. Whitehead // Environmental and Experimental Botany. 2020. Volume 173. Article 104005. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104005 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847220300319

3.Cuticular wax composition changes of 10 apple cultivars during postharvest storage / Y. Chai, A. Li, S. C. Wai, C. Song, Q. Lin // Food Chemistry. 2020. Volume 32415. Article 126903. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126903. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32361095/

4.Determining the resistance to mechanical damage of apples under impact loads / R. Stopa, D. Szyjewicz, P. Komarnicki, Ł. Kuta // Postharvest Biology and Technology. 2018. Vol. 146. P. 79-89. doi: 10.1016/j.postharvbio.2018.08.016 URL: https://www.researchgate.net/publication/327321223_Determining_the_resistance_to_mechanical_damage_of_apples_under_impact_loads

5.Beyaz A. Harvest glove and LabView based mechanical damage determination on apples // Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 22826. P. 49-55. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.049 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817306015

6. Effect of innovative microwave assisted freezing (MAF) on the quality attributes of apples and potatoes / P. K. Piyush Kumar Jha, S. Chevallier, E. Xanthakis, V. Jury, A. Le-Bail // Food Chemistry. 2020. Volume 30930. Article 125594. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125594 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619317182

7.Effect of vibration on storage quality and ethylene biosynthesis-related enzyme genes expression in harvested apple fruit / F. Lu, F. Xu, Z. Li, Y. Liu, L. Zhang // Scientia Horticulturae. 2019. Volume 24930. P. 1-6. doi: 10.1016/j.scienta.2019.01.031 URL: https://www.x-mol.com/paper/1308412163302592512?recommendPaper=1308412176195883008

8.YUhin, I. A. Snizhenie povrezhdenij kartofelya i yablok na vnutrihozyajstvennyh perevozkah stabilizaciej transportnyh sredstv : avtoref. dis. ...dokt. tekhn. nauk: 05.20.01. - Ryazan', 2016. - 38 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30448678

9.Energy analysis of vehicle suspension oscillation cycle / Ryabov I.M., Chernyshov K.V., Pozdeev A.V. // 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING, ICIE 2016. PROCEDIA ENGINEERING. Elsevier Ltd, Chelyabinsk, 2016 g. – p. 384-392. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.730 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816312796

10. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15.04.2011 N 272 (red. ot 12.12.2017, s izm. ot 22.12.2018). "Ob utverzhdenii Pravil perevozok gruzov avtomobil'nym transportom". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113363/

11. Influence of drop shock on physiological responses and genes expression of apple fruit / F. Xu, F. Lu, Z. Xiao, Z. Li // Food Chemistry. 2020. Vol. 30315. Article 125424. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125424 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619315389

12.Limit values of impact energy determined from contours and surface pressure distribution of apples under impact loads / R. Stopa, D. Szyjewicz, P. Komarnicki, Ł. Kuta // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 154. P. 1-9. doi: 10.1016/j.compag.2018.08.041 URL: https://www.researchgate.net/publication/327467644_Limit_values_of_impact_energy_determined_from_contours_and_surface_pressure_distribution_of_apples_under_impact_loads

13. O'Brien M., Claypool L.L., ect. Causes of fruit bruising on transport trucks. – Hilgardia, 1963, №6, vol. 35. p.113-124. doi:10.3733/hilg.v35n06p113. URL: http://hilgardia.ucanr.edu/Abstract/?a=hilg.v35n06p113

14.O'Brien M., I.P. Gentri, Gibsos R.C., ect. Vibrating characteristics of fruits as related, to in transit injury. – Transactions of the ASAE, 1965№2, vol. 8. doi:10.13031/2013.40480 URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Vibrating-Characteristics-of-Fruits-as-Related-to-O%27Brien-Gentry/e9fe61431e2dad1d3946203581c77c3b373878fd

15. Patent №2041846, MPK B65D21/02. Universal'naya shtabeliruemaya tara dlya sbora, perevozki i hraneniya plodov i ovoshchej.G.M.Arsen'ev, A.Z.Vasil'ev, A.N.ZHuchkov. Opubl. 20.08.1995, Byul.№21. URL: http://allpatents.ru/patent/2041846.html

16.Patent №2328427 MPKB65D 81/26 (2006.01) B65D 85/34 (2006.01) B65D 71/00 (2006.01) B65D 19/00

(2006.01). Palletiruemyj kontejner dlya hraneniya i transportirovaniya sel'skohozyajstvennoj ili plodoovoshchnoj produkcii.S. Dzhonatan. Opubl. 10.07.2008, Byul.№19. URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_2005119171_20060120_A_RU/

17.Byshov N .V., Borychev S. N., Uspenskij I. A., Kokorev G. D., YUhin I. A., Krekov S. A., SHaforostov V. A. Obzor razrabotok v oblasti sohraneniya kachestva yablok pri perevozke kontejnernym sposobom // Politematicheskijsetevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. - №133. - S. 1280-1299. doi: 10.21515/1990-4665-133-113 URL: http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/113.pdf

18.Simdiankin A.A., Byshov N. V., Borychev S. N., YukhinI.A., GolikovA.A. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading // Bulletin of 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies (ICFET2018) & 3rd International Conference on Knowledge Engineering and Applications (ICKEA 2018). – RUDN. - 2018. - pp.176-180. doi: 10.1145/3233347.3233362 URL: https://www.researchgate.net/publication/327788822_Increasing_the_Safety_of_Agricultural_Products_During_Its_Transportation_and_Unloading

УДК 631.316.022.4 ***10.36508/RSATU.2020.48.4.017***

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

ФЕДОРОВ Сергей Евгеньевич, *канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И. Лещанкина, seregafedorov1989@mail.ru*

ЖАЛНИН Алексей Алекссандрович, *аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И. Лещанкина, alekseisxm@yandex.ru*

ЖАЛНИН Николай Алекссандрович, *аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И. Лещанкина, nik.zhalnin2015@yandex.ru*

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

ПОЛУНКИН Андрей Алексеевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы, Академия ФСИН России*

Проблема и цель. *Обработка почвы является одной из трудоемких и ответственных операций. Современные комбинированные культиваторы с упругими стойками не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, предъявляемым к ней. Это отражается на качестве и количестве получаемой сельскохозяйственной продукции. Предпосевная обработка почвы является заключительным этапом перед посевом культур. Во время предпосевной обработки осуществляется несколько технологических процессов, включающих крошение почвы, формирование посевного ложа, подрезание сорных растений. Качественное выполнение формирования посевного ложа обеспечивает повышение всхожести семян культур и урожайности. Целью данного исследования является повышение качества поверхностной обработки почвы.*

Методология. *Данная цель достигается за счет увеличения жесткости стойки комбинированного культиватора. Объектом исследования выбрана упругая S-образная стойка. В процессе работы закрепленная на упругой стойке стрельчатая лапа отклоняется от исходного положения, что приводит к несоблюдению агротехнических требований. Отклонение лапы составляет больше 1 см. Разработанный на кафедре мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин МГУ им. Н.П. Огарева регулятор жесткости позволит исключить данный недостаток. Для проверки работы регулятора использовали почвенный канал и лабораторную установку, монтируемую на рабочей тележке. Колебания пружинной стойки замеряли тензодатчиками сопротивления 100 Ом. Для регистрации сигналов датчиков использовали комплекс ZETlab. Параметрами работы стойки были приняты: отклонения лапы от исходного положения (ΔH, м) и тяговое усилие (P, H).*

Результаты. *Установка регулятора жесткости в конструкцию стойки позволяет использовать её на почвах с широким диапазоном изменений твердости с соблюдением агротехнических требований. Кроме того, применение данного регулятора приводит к снижению тягового сопротивления с 380 до 280 Н при глубине обработки 8 см, при глубине 4 см – со 160 до 70 Н, при глубине 12 см – с 660 до 550 Н.*

© Федоров С. Е., Жалнин А. А., Жалнин Н. А., Полункин А. А., 2020 г.

Заключение. *Для стабилизации работы лапы на упругой стойке комбинированного культиватора необходимо предусмотреть регулятор жесткости. Применение данного регулятора обеспечивает снижение времени регулировки жесткости упругих стоек. Материалы данной статьи могут быть использованы работниками учебных и научных организаций.*

Ключевые слова: *тяговое сопротивление, комбинированный культиватор, упругая стойка, регулятор жесткости.*

Введение

Основным резервом роста производства зерновых является повышение продуктивности и устойчивости сельского хозяйства за счет повышения плодородия почвы и внедрения ресурсосберегающей системы земледелия. Без комбинированных машин, которые выполняют одновременно несколько операций за один проход, невозможно представить современное сельское хозяйство [1-3].

Выполнение нескольких операций комбинированными почвообрабатывающими машинами и агрегатами дает возможность гарантировать высококачественную подготовку почвы, позволяет производить посев семян возделываемых культур в свежеобработанную почву, что гарантирует дружную всхожесть и обеспечивает высокие урожаи [4, 5]. Главными рабочими органами данных машин являются: сферические диски, стрельчатые лапы и катки.

Способы крепления рабочих органов комбинированных культиваторов влияют на материалоемкость конструкции, агротехнические показатели, энергоемкость процесса. Различают шарнирно-поводковые, параллелограммные, жесткие и упругие (пружинные) крепления. Широкое применение нашли орудия с упругими креплениями рабочих органов (рис. 1).

Лапы, закрепленные на упругих стойках, в процессе работы совершают колебания. В результате этого происходит снижение тягового сопротивления и самоочистка стойки от растительных остатков. а также улучшается крошение почвы. Однако данные стойки в процессе работы отклоняются от начального положения (более чем на 1 см.), что приводит к невыполнению агротехнических требований [6-8].

Многие ученные занимались исследованиями процесса взаимодействия рабочего органа на упругой стойке с почвой. В ходе работ решены большинство задач, однако исследования в этой области продолжаются. А проблема повышения качества обработки почвы и снижение тягового сопротивления не перестает быть актуальной [9-11].

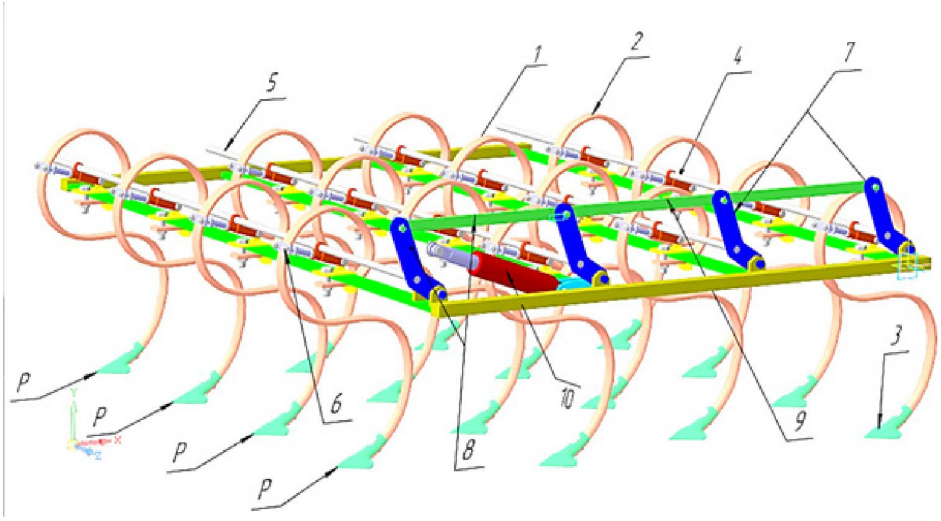
Методика исследований

С целью улучшения качества поверхностной (предпосевной) обработки почвы в Институте механики и энергетики Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева разработан регулятор

жесткости упругих стоек. Данный регулятор позволяет регулировать жесткость целой секции культиватора (одновременно всех рядов стоек) (рис. 2).

Рис. 1 – Упругие стойки

Культиватор состоит из рамы 1 с жестко закрепленными на ней S-образными упругими стойками 2 с лапами 3. Регуляторы 4 соединены между собой жестко с помощью штанги 5 и шарнирно с рамой 1. К регуляторам 4 закреплены пластины 6. К штанге 5 жестко закреплены рычаги 7. Рычажный механизм 8 состоит из рычагов 7 и кулисы 9, где рычаги 7 с одной стороны шарнирно крепятся к кулисе 9, а с другой – шарнирно к раме 1 культиватора, причем гидроцилиндр10 шарнирно закреплен также к раме 1 культиватора.



1 – рама; 2 – упругая стойка; 3 – лапа; 4 – регулятор; 5 – штанга; 6 – пластина; 7 – рычаг; 8 – рычажный механизм; 9 – кулиса; 10 – гидроцилиндр

Рис. 2 –Регулятор жесткости стоек

Для проверки работы регулятора использовали почвенный канал и лабораторную установку, монтируемую на рабочую тележку (рис. 3) [12, 13, 14].

Рис. 3 – Лабораторная установка

Колебания пружинной стойки замеряли тензодатчиками сопротивления 100 Ом, которые наклеивались на поверхность стойки. Для регистрации сигналов датчиков использовали комплекс ZETlab, который присоединялся к компьютеру (рис. 4) [15-18].

Рисунок 4 – Комплекс ZETLab

Усилие, необходимое для передвижения тележки, замеряли с помощью тягового звена.

Результаты исследований и их обсуждение

Параметрами работы стойки были приняты: отклонения лапы от исходного положения (ΔH, м) и тяговое усилие (P, H). Были выбраны факторы и уровни их варьирования (табл. 1).

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования в натуральных переменных

Уровни	Факторы		
	Глубина обработки, (x_1) – h, м	Скорость движения стойки, (x_2) – V, м/с	Жесткость стойки, (x_3) – $K_{жест}$, кН/м
X = -1	0,12	3	6,8
X=0	0,04	2	21,8
X=+1	0,08	2,5	14,3
Интервал варьирования	0,04	0,5	7,4

В таблице 2 представлена матрица планирования эксперимента, где в качестве параметра оптимизации выбрано тяговое сопротивление.

Таблица 2 – Матрица планирования

Номер опыта	Уровни факторов				Комбинации факторов				Тяговое сопротивление $P_{тяг}$, Н			
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
1	+	-	-	-	+	+	+	-	101	111	101	111
2	+	+	-	-	-	-	+	+	521	541	521	541
3	+	-	+	-	-	+	-	+	131	121	111	121
4	+	+	+	-	+	-	-	-	551	551	561	571
5	+	-	-	+	+	-	-	+	151	141	161	161
6	+	+	-	+	-	+	-	-	651	671	661	661
7	+	-	+	+	-	-	+	-	171	181	191	181
8	+	+	+	+	+	+	+	+	681	691	701	711

В таблице 3 представлена матрица планирования эксперимента, где в качестве параметра оптимизации выбрано отклонение лапы.

Таблица 3 – Матрица планирования

Номер опыта	Уровни факторов				Комбинации факторов				Тяговое сопротивление $P_{тяг}$, Н			
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
1	+	-	-	-	+	+	+	-	0,0022	0,0025	0,0026	0,0019
2	+	+	-	-	-	-	+	+	0,0115	0,0114	0,0116	0,0111
3	+	-	+	-	-	+	-	+	0,0024	0,0024	0,0025	0,0023
4	+	+	+	-	+	-	-	-	0,0121	0,0123	0,0122	0,0121
5	+	-	-	+	+	-	-	+	0,0210	0,0211	0,0210	0,0210
6	+	+	-	+	-	+	-	-	0,0410	0,0411	0,0413	0,0412
7	+	-	+	+	-	-	+	-	0,0230	0,0232	0,0231	0,0229
8	+	+	+	+	+	+	+	+	0,0429	0,0428	0,0429	0,0430

После расчета получены уравнения тягового сопротивления и отклонения лапы:

$$P = -72{,}3 + 5890{,}62h + 26{,}25v - 6{,}25K_{жест}. \quad (1)$$

$$\Delta H = 0{,}0257 + 0{,}1933h + 0{,}0030v - 0{,}0017K_{жест}. \quad (2)$$

Проверка по критерию Фишера показала, что данные модели адекватны [13].

Жесткость стоек варьировалась: $K_{жест}$ = 6,8 (стандартная стойка); 14,3; 21,8 кН/м. На основании полученных данных (таблицы 2-3) были построены зависимости, представленные на рисунках 5-6.

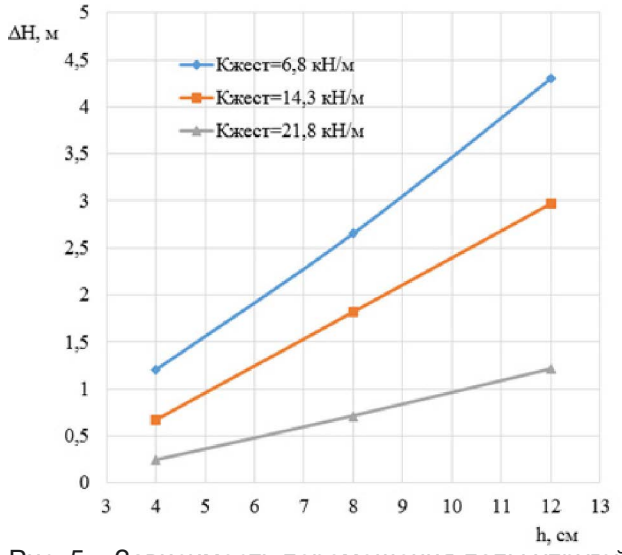


Рис. 5 – Зависимость перемещения лапы упругой стойки по оси 0Z (соответствует глубине обработки) от глубины обработки почвы

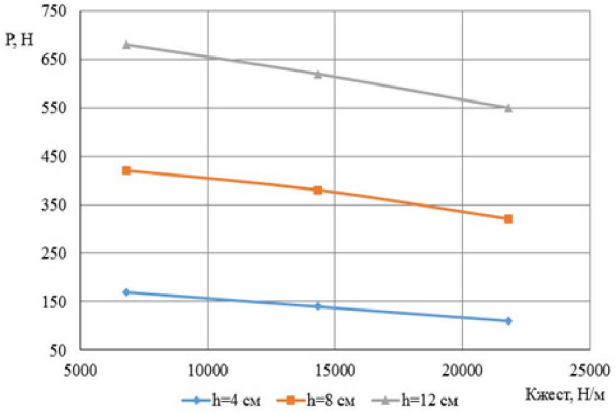


Рис. 6 – Зависимость тягового сопротивления стойки от ее жесткости при глубине обработки 4, 8 и 12 см

Из данных зависимостей видно, что при увеличении глубины обработки отклонение лапы, закрепленной на стандартной стойке, растет. При увеличении жесткости стойки уменьшаются отклонение лапы и тяговое сопротивление.

Выводы

Для стабилизации работы лапы на упругой стойке комбинированного культиватора необходимо предусмотреть регулятор жесткости.

Применение данного регулятора обеспечивает снижение времени регулировки жесткости упругих стоек. Выполняя перемещения регулятора на различные углы, можно получить требуемую устойчивость движения лап культиватора на опре-

деленной глубине обработки и снижение тягового сопротивления.

Список литературы

1. Кабаков, Н. С. Комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты и машины / Н. С. Кабаков, А. И. Мордухович. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 80 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001193355

2. Nerlove, M. Modernizing Traditional Agriculture / M. Nerlove. –San Francisco: International Center for Economic Growth, 1988. – 20 p. URL: https://rusneb.ru/catalog/004543_000037_SVONB-RU_SRSL_и120151/

3. Bernacki, H. Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen: учебник / H. Bernacki. – Berlin: VEB Verlag Technik, 1972. – 175 S. URL: https://openlibrary.org/books/OL19829979M/Bodenbearbeitungsgeräte_und_-maschinen

4. Schulz-Fleeth, C. Der rationelle Ackerbau in seiner Begrundung durch die Ergebnisse der / C. Schulz-Fleeth. – Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 2012. – 480 S. URL: https://readrate.com/rus/books/der-rationelle-ackerbau-in-seiner-begrundung-durch-die-ergebnisse-der

5. Koolen, A. J. Agricultural soil mechanics / A. J. Koolen, Kuipers H. Springer, 1983. 350 c. URL: https://www.springer.com/gp/book/9783642690129

6. Markgraf, W. An approach to rheometry in soil mechanics – Structural changes in bentonite, clayey and silty soils / W. Markgraf, R. Horn, S. Peth // Soil and Tillage Research. - 2006. - Vol. 91 (1-2). P. 1-14. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198706000298?via%3Dihub

7. Коржов, С. И. Обработка почвы в ЦЧР: учебное пособие / С. И. Коржов. – Воронеж: Изд-во Воронежского ГАУ, 2012. – 199 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19518432

8. Капустин, В. П. Сельскохозяйственные машины: учеб. пособие / В. П. Капустин, Ю. Е. Глазков. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 280 с. URL: http://znanium.com/catalog/product/984031

9. Клочков, А. П. Устройство сельскохозяйственных машин: учебное пособие / А. В.Клочков, П. М. Новицкий. – М.: РИПО, 2016. – 431 с. URL:http://znanium.com/bookread2.php?book=949582

10. Вилде, А. А. Исследование работы, тягового сопротивления и изыскание рациональной конструкции копающих рабочих органов свеклоуборочных машин: автореферат дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Латв. с.-х. акад. – Елгава, 1964. - 29 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006115530

11. Вилде, А. А. Комбинированные почвообрабатывающие машины /А. А. Вилде, А. Х. Цесниекс. - Л.: Агропромиздат, 1986. – 128 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001302641

12. Кормановский, Л. П. Машинная низкозатратная и энергосберегающая технология производства зерна с ограниченным применением средств химизации в центральных районах / Л. П. Кормановский, Н. В. Краснощеков, В. И. Анискин, В. П. Елизаров, П. Н. Бурченко, Ю. И. Кузнецов и др. – М.: 1999. – 96 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24779344

13. Чаткин, М. Н. Обзор современных энергосберегающих технологий обработки почвы / М. Н. Чаткин, О. А. Ягин, С. Е. Федоров // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – С. 40 – 43. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29132563

14. Чаткин, М.Н. Обзор конструкций комбинированных культиваторов для дифференцированной обработки почвы / М.Н. Чаткин, М. В. Бычков // XLV Огарёвские чтения. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 24 – 31. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29296962

15. Ибрагимов, Н. М. Исследование влияния вибрации на технологический процесс культивации с обоснованием рациональной конструкции вибрационного культиватора: дис. канд. техн. наук. Москва, 1966. – 192 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01010367827

16. Седашкин, А. Н. Влияние вынужденных колебаний на разрушение почвы / А. Н. Седашкин, С. Ю. Городсков // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – С. 51 – 54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29132562

17. Федоров, С. Е. Определение деформаций упругих стоек культиватора / С. Е. Федоров, А. С. Костин, М. Н. Чаткин // Сельский механизатор. – 2015. – №10. – С. 18 – 19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24392507

18. Федоров, С. Е. Моделирование пружинных стоек комбинированных культиваторов / С. Е. Федоров, М. Н. Чаткин, А. С. Костин, С. Ю. Городсков // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 8. – С. 41 – 44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20196618

IMPROVING THE QUALITY OF SURFACE TILLAGE

Fedorov Sergey E., *Candidate of Technical Sciences, senior teacher department mobile power and agricultural cars of professor A. I. Leshchankin, Institute of mechanics and power, Ogarev Mordovia State University, seregafedorov1989@mail.ru*

Zhalnin Aleksey A., *postgraduate student department mobile power and agricultural cars of professor A. I. Leshchankin, Institute of mechanics and power, Ogarev Mordovia State University, alekseisxm@yandex.ru*

Zhalnin Nikolay A., *postgraduate student department mobile power and agricultural cars of professor A. I. Leshchankin, Institute of mechanics and power, Ogarev Mordovia State University, nik.zhalnin2015@yandex.ru*

Polunkin Andrey A., *Candidate of Technical Sciences, senior teacher department logistics of the penitentiary system, Academy of Federal penitentiary service of Russia*

Problem and purpose. *Tilling is one of the laborious and demanding operations. Modern combined cultivators*

with elastic stilts do not fully meet the agrotechnical requirements for it. This is reflected in the quality and quantity of agricultural products obtained. Pre-sowing tilling is the final stage before sowing crops. When pre-sowing tilling, several technological processes are carried out, including crumbling the soil, forming the sowing bed, pruning weeds. High-quality formation of the sowing bed provides an increase in seed germination of crops and yield. The purpose of this study is to improve the quality of surface tillage.

Methodology. *This purpose is achieved by increasing the rigidity of the combined cultivator stilt. The object of the research is an elastic S-shaped stilt. In the process of work, the duckfoot, fixed on an elastic stilt, deviates from the initial position, which leads to non-compliance with agrotechnical requirements. The deviation of the duckfoot is more than 1 cm. The rigidity regulator developed at the Department of Mobile Energy Means and Agricultural Machines, Moscow State University Named after N.P. Ogarev will eliminate this drawback. To check the operation of the regulator, a soil channel and a laboratory setup mounted on a working trolley were used. The vibrations of the spring stilt were measured with 100 Ohm resistance strain gauges. The ZET lab complex was used to register the sensor signals. The parameters of the work of the stilt included deviations of the duckfoot from the initial position (ΔH, m) and tractive effort (P, N).*

Results. *A rigidity regulator in the structure of the stilt allows it to be used on soils with a wide range of changes in hardness in compliance with agrotechnical requirements. In addition, the use of this regulator leads to a decrease in tractive resistance from 380 to 280 N at a processing depth of 8 cm, at a depth of 4 cm - from 160 to 70 N and at a depth of 12 cm - from 660 to 550 N.*

Conclusion. *To stabilize the work of the duckfoot in the elastic stilt of the combined cultivator, a rigidity regulator must be provided. The use of this regulator provides a reduction in the time for adjusting the rigidity of elastic stilts. The materials of this article can be used by employees of educational and scientific organizations.*

Key words: tractive resistance, combined cultivator, elastic stilt, rigidity regulator.

Literatura

1. *Kabakov, N. S. Kombinirovannye pochvoobrabatyvajushhie i posevnye agregaty i mashiny / N. S. Kabakov, A. I. Morduhovich. – M.: Rossel'hozizdat, 1984. – 80 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001193355*
2. *Nerlove, M. Modernizing Traditional Agriculture / M. Nerlove. –San Francisco: International Center for Economic Growth, 1988. – 20 p. URL: https://rusneb.ru/catalog/004543_000037_SVONB-RU_SRSL_i120151/*
3. *Bernacki, H. Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen: uchebnik / H. Bernacki. – Berlin: VEB Verlag Technik, 1972. – 175 S. URL: https://openlibrary.org/books/OL19829979M/Bodenbearbeitungsgeräte_und_-maschinen*
4. *Schulz-Fleeth, C. Der rationelle Ackerbau in seiner Begrundung durch die Ergebnisse der / C. Schulz-Fleeth. – Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 2012. – 480 S. URL: https://readrate.com/rus/books/der-rationelle-ackerbau-in-seiner-begrundung-durch-die-ergebnisse-der*
5. *Koolen, A. J. Agricultural soil mechanics / A. J. Koolen, Kuipers H. Springer, 1983. 350 c. URL: https://www.springer.com/gp/book/9783642690129*
6. *Markgraf, W. An approach to rheometry in soil mechanics – Structural changes in bentonite, clayey and silty soils / W. Markgraf, R. Horn, S. Peth // Soil and Tillage Research. - 2006. - Vol. 91 (1-2). P. 1-14. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198706000298?via%3Dihub*
7. *Korzhov, S. I. Obrabotka pochvy v CChR: uchebnoe posobie / S. I. Korzhov. – Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo GAU, 2012. – 199 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19518432*
8. *Kapustin, V. P. Sel'skohozjajstvennye mashiny: ucheb. posobie / V. P. Kapustin, Ju. E. Glazkov. – M.: INFRA-M, 2017. – 280 s. URL: http://znanium.com/catalog/product/984031*
9. *Klochkov, A. P. Ustrojstvo sel'skohozjajstvennyh mashin: uchebnoe posobie / A. V.Klochkov, P. M. Novickij. – M.:RIPO, 2016. – 431 s. URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=949582*
10. *Vilde, A. A. Issledovanie raboty, tjagovogo soprotivlenija i izyskanie racional'noj konstrukcii kopajushhih rabochih organov sveklouborochnyh mashin: avtoreferat dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. tehn. nauk / Latv. s.-h. akad. – Elgava, 1964. - 29 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006115530*
11. *Vilde, A. A. Kombinirovannye pochvoobrabatyvajushhie mashiny /A. A. Vilde, A. H. Cesnieks. - L.: Agropromizdat, 1986. – 128 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001302641*
12. *Kormanovskij, L. P. Mashinnaja nizkozatratnaja i jenergosberegajushhaja tehnologija proizvodstva zerna s ogranichennym primeneniem sredstv himizacii v central'nyh rajonah / L. P. Kormanovskij, N. V. Krasnoshhekov, V. I. Aniskin, V. P. Elizarov, P. N. Burchenko, Ju. I. Kuznecov i dr. – M.: 1999. – 96 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24779344*
13. *Chatkin, M. N. Obzor sovremennyh jenergosberegajushhih tehnologij obrabotki pochvy / M. N. Chatkin, O. A. Jagin, S. E. Fedorov // Jenergojeffektivnye i resursosberegajushhie tehnologii i sistemy. – Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2010. – S. 40 – 43. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29132563*
14. *Chatkin, M.N. Obzor konstrukcij kombinirovannyh kul'tivatorov dlja differencirovannoj obrabotki pochvy / M.N. Chatkin, M. V. Bychkov // XLV Ogarjovskie chtenija. – Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2016. – S. 24 – 31. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29296962*
15. *Ibragimov, N. M. Issledovanie vlijanija vibracii na tehnologicheskij process kul'tivacii s obosnovaniem racional'noj konstrukcii vibracionnogo kul'tivatora: dis. kand. tehn. nauk. Moskva, 1966. – 192 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01010367827*

16. Sedashkin, A. N. Vlijanie vynuzhdennyh kolebanij na razrushenie pochvy / A. N. Sedashkin, S. Ju. Gorodskov // Jenergojeffektivnye i resursosberegajushhie tehnologii i sistemy. – Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2010. – S. 51 – 54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29132562

17. Fedorov, S. E. Opredelenie deformacij uprugih stoek kul'tivatora / S. E. Fedorov, A. S. Kostin, M. N. Chatkin // Sel'skij mehanizator. – 2015. – №10. – S. 18 – 19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24392507

18. Fedorov, S. E. Modelirovanie pruzhinnyh stoek kombinirovannyh kul'tivatorov / S. E. Fedorov, M. N. Chatkin, A. S. Kostin, S. Ju. Gorodskov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2013. – № 8. – S. 41 – 44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20196618

УДК 629.025 1**0.36508/RSATU.2020.48.4.018**

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КЛАПАНА УПРАВЛЕНИЯ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ

ЧЕРВЯКОВ Сергей Викторович, *ст. преподаватель кафедры технического сервиса машин НИ МГУ им. Н. П. Огарева, sergey.chervyakov@yandex.ru*

СТОЛЯРОВ Алексей Владимирович, *канд. техн. наук, доцент НИ МГУ им. Н. П. Огарева, cabto@mail.ru*

Проблема и цель. *Целью исследований явилось теоретическое обоснование и выбор метода восстановления клапана управления рулевого механизма автомобиля сельскохозяйственного назначения марки КамАЗ. Объект исследования: соединение золотник-корпус клапана управления, подверженное гидроабразивному износу в процессе эксплуатации.*

Методология. *Для достижения цели исследования было проведено профилографирование и произведены микрометражные измерения поверхностей поясков золотников и корпусов клапана.*

Результаты. *Проведенные исследования позволили получить значения максимального зазора между поясками золотника и корпуса клапана управления – 88 мкм, суммарный износ составил 156 мкм; определить значение слоя металлопокрытия для восстановления технологического зазора в соединении, размером 211 мкм. В качестве способа восстановления исследуемого соединения была выбрана электроконтактная приварка ленты через промежуточный подслой. В качестве подслоя применялся порошок ПГ-СР2. Основные режимы восстановления золотника следующие: сила тока 1,2 кА; длительность импульсов тока 0,04-0,06 с; длительность паузы между импульсами тока 0,08 с; частота вращения шпинделя – 6-8 об/мин; усилие сжатия электродов 1,5 кН; продольная подача сварочных электродов – 3 мм/об. В качестве способа восстановления корпуса выбран метод обработки под увеличенный размер при помощи алмазных разверток НПО «Микрон» на специальном станке для прецизионной обработки СПО-01.Триботехнические исследования восстановленного соединения по схеме «ролик-колодка» показали, что пара трения с наплавленной лентой 50ХФА обладает лучшими триботехническими характеристиками по сравнению с эталонной парой: коэффициент трения меньше в 1,45 раза, интенсивность изнашивания соединения в 1,4 раза ниже, предзадирная нагрузка больше в 1,41 раза.*

Заключение. *В результате исследований было установлено, что предложенный способ восстановления не только позволит восстановить изношенную поверхность золотника и убрать дефектный слой в отверстии корпуса клапана управления, но и в дальнейшем повысить ресурс рулевого механизма, создав на изнашиваемой ресурсоопределяющей поверхности клапана управления новый слой, обладающий более высокой износостойкостью.*

Ключевые слова: *электроконтактная приварка, золотник, корпус, восстановление, рулевое*

Введение

Современные автомобили, как легковые, так и грузовые (в том числе и сельскохозяйственного назначения) оснащаются системами усиления рулевого управления, которые создают дополнительное воздействие, облегчающее поворот рулевого колеса. Рулевое управление состоит из трех частей:

– рулевой механизм, позволяющий поворачивать колеса на заданный угол при помощи преобразования вращения руля в поступательное движение тяг;

– колонка – отвечает за передачу вращения от руля;

– привод – доведение управляющего воздействия руля до управляемых колес.

Как видим, основной задачей рулевого управления является доведение колес на заданный

© Червяков С. В., Столяров А. В., 2020 г.

угол поворота; чтобы облегчить вращение рулевого колеса, используется усилитель. На данный момент существует несколько типов усилителей: электрические, гидравлические, электромеханические и т.д., но наибольшее распространение на грузовых автомобилях, в том числе и сельскохозяйственного назначения (например, автомобиль КамАЗ), получили рулевые механизмы с гидравлическим усилителем.

В процессе работы рулевой механизм подвергается различным воздействиям как со стороны дорожного полотна через сошку вала, так и со стороны рабочей жидкости через питающий насос, поэтому различные детали агрегата изнашиваются в разной степени. Например, такие детали как упорные подшипники, винт, колонка при осуществлении поворота нагружаются незначительно, но в то же время вал сошки и зубчатое зацепление, через которое передается воздействие руля на колеса, воспринимают максимальные воздействия от давления масла.

Износ деталей рулевого механизма приводит к повышению усилия на рулевом колесе, что в конечном счете приводит к необходимости его ремонта.

На данный момент часть исследователей [1-4] приходят к выводу о том, что работоспособность системы рулевого управления с гидравлическим усилителем руля (ГУР) во многом зависит от гидроклапана управления. Поэтому установление величин износов клапана управления рулевого механизма и выбор метода восстановления его работоспособности являются актуальной задачей.

Обзор литературы

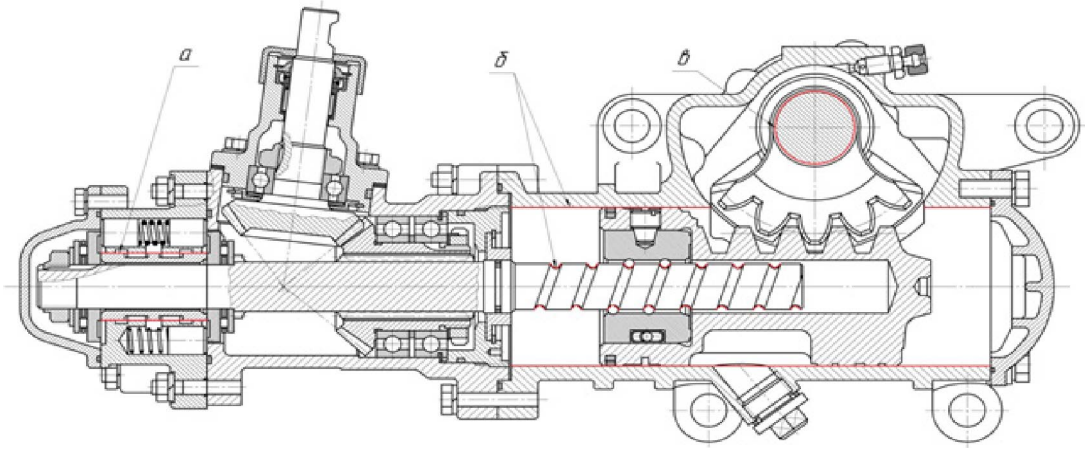
Исследования Давыдкина А.М. [5] показывают существенную зависимость технического состояния рулевого механизма с ГУР от степени загрязненности масла. Автор связывает это с содержащимися в примесях твердыми частицами окиси кремния и алюминия, которые по своей твердости превосходят основные ресурсоопределяющие детали рулевого механизма с ГУР.

Статистические исследования Корнеева [6] также показывают, что в рабочей жидкости содержатся примеси различных фракций: до 10 мкм, от 10 до 20 мкм и от 20 до 30 мкм. Данные частицы в начальный период работы распределяются в следующем соотношении 72-80 %, 15-20 % и 3-5 %, однако в процессе работы эти соотношения перераспределяется (за счет домола крупных частиц) и уже через 600 часов работы частицы до 10 мкм, вызывающие гидроабразивный износ, составляют более 95 % от общей массы примесей.

Таким образом, получается, что рулевой механизм работает в достаточно тяжелых условиях, характеризующихся помимо вибрации элементов и пульсации давления, еще и наличием загрязнений масла, приводящих к гидроабразивному износу, что приводит к снижению его ресурса в целом.

Согласно ГОСТ 31507-2012 максимально допустимое усилие на рулевом колесе не должно превышать 50 Н, однако, как показывают исследования авторов [7], при поступлении на ремонт рулевых механизмов автомобилей КамАЗ усилие на них превышает допустимое значение и приближается к значению в 150 Н, что в три раза выше значения ГОСТ. В итоге получается, что автомобили продолжительное время работают с рулевыми механизмами, вышедшими за предельное состояние, то есть технические возможности автомобиля используются не в полном объеме и быстро растет утомляемость водителя.

Проведенный нами анализ литературы [5] позволил выделить основные места износов рулевого механизма автомобиля КамАЗ (рис. 1) и определить основной ресурсолимитирующий узел – клапан управления.

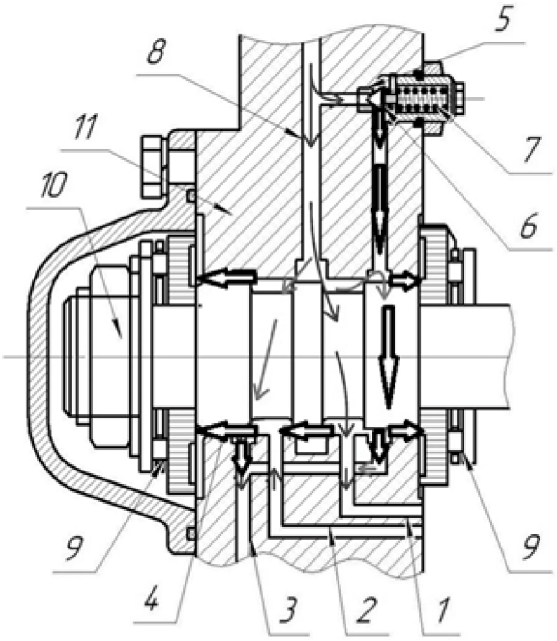


а – износ в паре золотник - корпус клапана управления, б – износ в паре картер-поршень-рейка-винт, в – сектор вала сошки-картер рулевого механизма

Рис.1– Места износа рулевого механизма автомобиля КамАЗ

Объекты и методы

Анализ механизма утечки жидкости в клапане управления при повороте автомобиля (рис. 2), говорит о том, что при работе в соединении золотник 4-корпус клапана 11 возможно возникновение гидроабразивного износа, который приведет к увеличению утечек в самом соединении, пути утечек отмечены стрелками.



1 – канал в штоковую полость цилиндра; 2 – канал в бесштоковую полость цилиндра;
3 – сливной канал;4 – золотник; 5 – седло; 6 – игла;
7 – пружина; 8 – подвод давления;
9 – шарикоподшипники; 10 – гайка; 11 – корпус

Рис. 2 – Схема утечек при повороте вправо (символом «→» указано движение жидкости под давлением; толстыми стрелками – утечки масла)

Проследим места появления утечек.

Во-первых, при работе возможно возникновение ситуаций, при которых будет срабатывать предохранительный клапан, следовательно, утечки могут появиться при протекании жидкости через соединение конической поверхности клапана и седла. Эти утечки будут уходить в сливной канал 3.

Во-вторых, утечки будут возникать при перемещении золотника 4 в отверстии корпуса 11, эти утечки будут уходить в каналы 1 и 2, в зависимости от направления вращения рулевого колеса.

С учетом вышесказанного, утечки в клапане управления в момент времени t будут равны, м³/с:

$$q_{кл.упр}(t) = q_{кром}(t) + q_{пред}(t) + q_{опор}(t) \approx \Delta P\left(k_1 z^3_{кром}(t) + k_2 z^3_{пред}(t) + k_3 z^3_{опор}(t)\right),$$

где $q_{кром}(t)$ – утечки через пару смежных кромок, м³/с;

$q_{пред}(t)$ – утечки через предохранительный клапан, м³/с;

$q_{опор}(t)$– утечки через опорные пояски клапана управления, м³/с;

ΔP – перепад давления, Па;

$z_{кром}(t)$, $z_{опор}(t)$, $z_{пред}(t)$ – зазоры в соединениях: золотник-корпус; опорные пояски золотника-корпус; коническая поверхность клапана-седло, м.

Снижение КПД рулевого механизма до предельного значения происходит при значительном возрастании утечек жидкости во внутренние полости клапана, это приводит к увеличению усилия на поворот рулевого колеса до предельного значения в 50 Н и более. Следовательно, снижение изнашиваемости соединения золотник-корпус клапана управления приведет к увеличению ресурса клапана управления. Поэтому необходимо выявить максимальные величины износов деталей соединения и подобрать методы и средства для их восстановления, которые обеспечивали бы ресурс агрегата на уровне не ниже нового.

Экспериментальная часть

Для определения значений износов соединения золотник-корпус клапана управления проводилось его исследование при помощи профилографа-профилометра «TaylorHobson». Профиллограммы износа поясков золотника и корпуса клапана управления представлены на рисунках 3, 4.

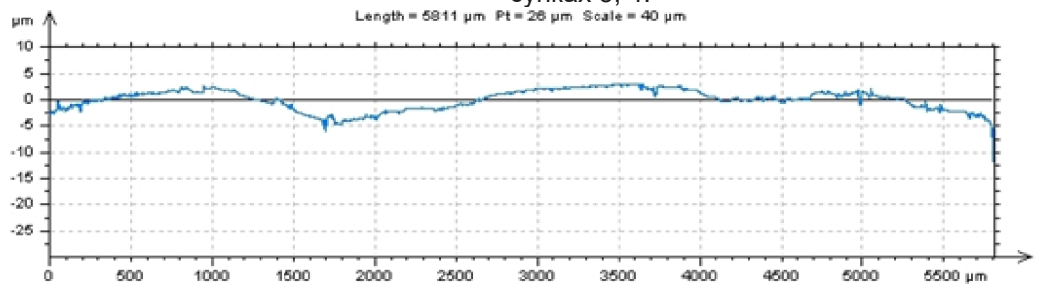


Рис. 3 – Профилограмма пояска корпуса

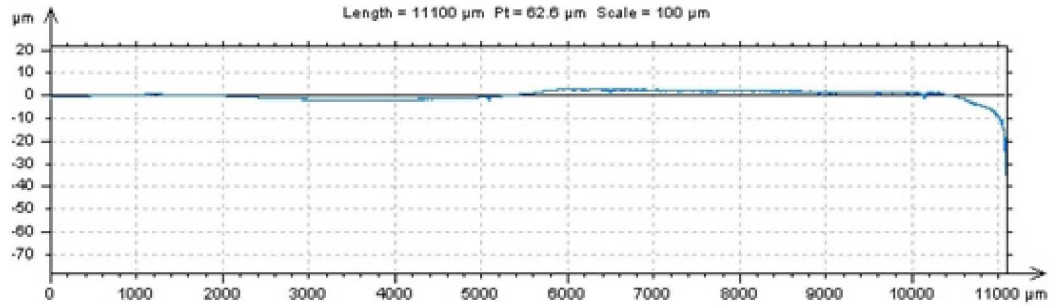


Рис.4 – Профилограмма пояска золотника

Результаты исследований износов деталей клапана управления заносились в микрометражные карты.

При анализе полученных данных установлено, что износы кромок корпуса и кромок золотника имеют форму конуса, возрастающего от центра пояска к краю Максимальный зазор между поясками золотника и корпуса клапана управления по результатам замеров составил 88 мкм, при том, что суммарный износ составил 156 мкм. То есть, учитывая припуск на механическую обработку, принимаемый в размере 30 % (52 мкм), получим слой металлопокрытия для восстановления необходимого технологического зазора в сопряжении, который необходимо нанести на поверхность золотника, размером 211 мкм.

При полученном значении слоя металлопокрытия оптимальным способом восстановления из имеющихся в ООО «Агросервис» будет электроконтактная приварка [8-10].

В дальнейшем для определения ресурса восстановленного соединения золотник-корпус проводились триботехнические исследования в соответствии с ГОСТ 23.224-86.

Триботехническим испытаниям по схеме трения «ролик-колодка» были подвергнуты эталонные пары: «сталь ШХ 15-чугун СЧ 21», а также пары трения с приваренной лентой «ролик-сталь ШХ 15 + сталь 50ХФА-колодка СЧ 21».

Испытания проводились на машине трения 2070 СМТ-1. В таблице 1 приведены данные, полученные в результате испытаний: оптимальная нагрузка $P_{оп}$; предзадирная нагрузка $P_{м.п}$; минимальный коэффициент трения f_{min}.

Таблица 1 – Результаты триботехнических испытаний пары трения золотник-корпус

Подвижный образец		Неподвижный образец	$P_{оп}$, МПа	$P_{м.п}$, МПа	f_{min}
Ролик	Лента	Колодка			
ШХ 15	-	СЧ 21	8	17	0,042
ШХ 15	Сталь 50 ХФА	СЧ 21	13	24	0,029

Как следует из таблицы 1, пара трения с наплавленной лентой 50ХФА обладает лучшими триботехническими характеристиками по сравнению с эталонной парой.

Результаты дальнейших длительных испытаний по исследованию величины интенсивности изнашивания позволяют сделать вывод, что эталонная пара трения имеет более высокую интенсивность изнашивания, чем новая. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Интенсивность изнашивания пары трения золотник – корпус

Подвижный образец		Неподвижный образец	$\bar{I}_p$	$\bar{I}_k$	$\bar{I}_\Sigma$
Ролик	Лента	Колодка			
ШХ 15	-	СЧ 21	$8{,}12*10^{-12}$	$6{,}44*10^{-11}$	$7{,}25*10^{-11}$
ШХ 15	Сталь 50 ХФА	СЧ 21	$7{,}23*10^{-12}$	$7{,}66*10^{-11}$	$8{,}38*1^{0-11}$

где I_P, I_K, I_Σ – интенсивность изнашивания ролика, колодки, пары, соответственно

Таким образом, проводя сравнение триботехнических характеристик восстановленной ЭКПЛ пары трения с эталонной, выделим следующее: у восстановленной пары коэффициент трения меньше в 1,45 раза, интенсивность изнашивания соединения в 1,4 раза ниже, предзадирная нагрузка больше в 1,41 раза.

Результаты и выводы

Таким образом, поставленная задача по определению максимальных значений износов в соединении золотник-корпус клапана управления была выполнена, что позволило в качестве метода восстановления выбрать электроконтактную приварку [11-13]. Методика восстановления клапана управления рулевого механизма автомобиля КамАЗ представлена ниже.

Восстановление отверстия корпуса

Отверстие корпуса перед восстановлением замеряется с целью определения размеров, овальности и конусности. Далее определяется величина износа и предварительная величина дефектного слоя.

Следы износа клапана управления выводят на специальном станке для прецизионной обработки СПО-01. Обработку отверстий проводят последовательно двумя алмазными разжимными развертками НПО «Микрон»: черновой и чистовой.

Крутящий момент от шпинделя передается через карданное устройство, один конец которого жестко закреплен в приспособлении, а второй с разверткой через замковое устройство. Процесс обработки корпуса представлен на рисунке 5.

Перед проведением разворачивания корпуса необходимо произвести регулировку развертки под нужный размер, для этого развертка устанавливается в приспособление станка, где при помощи рожкового ключа проводится вращение гайки, которая толкает разрезную гильзу по конической поверхности, тем самым увеличивая ее диаметр. Поворот гайки на 1 оборот соответствует приращению размера в 24 мкм. После регулировки развертка должна входить в отверстие корпуса не менее чем на одну треть.

Далее развертка устанавливается в переходник

кардана станка, и включается вращение шпинделя, равное 125 об/мин. Далее, производя ручную подачу, плавно вводят развертку в отверстие корпуса, сопровождая процесс обильным орошением смазочной жидкостью. Производят данную манипуляцию черновой разверткой 3-4 раза, после чего берется чистовая развертка и производится финишная обработка отверстия.

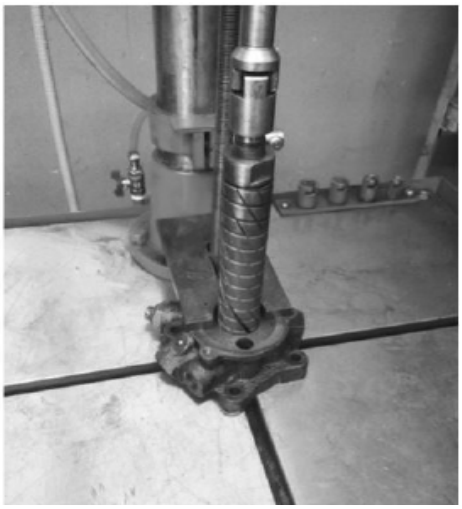


Рис. 5 – Обработка корпуса клапана управления

Контроль полученного размера производят индикаторным нутромером, значение фиксируется для дальнейшего определения величины слоя, который необходимо будет наплавить на золотник. Допустимое значение разности диаметров и отклонение геометрической формы поясков отверстий корпуса не должно превышать 0,004 мм. Рабочие кромки поясков корпуса при этом должны иметь острые края.

Приварка ленты.

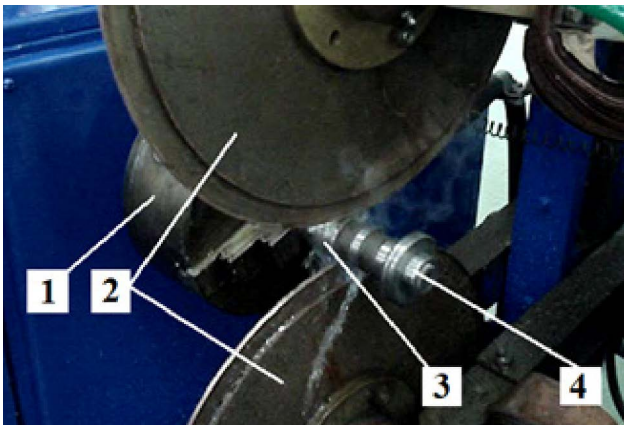
Первоначально производят изготовление заготовок ленты из стали 50ХФА, ширина ленты соответствует ширине пояска, длина определяется по формуле [14, 15]:

$L = 3{,}14 \cdot D + 1$, мм

где D – диаметр золотника, мм.

На ленту с той стороны, которая будет прилегать к золотнику, наносится слой смазки «Литол-24», а поверх него слой порошка ПГ-СР2 для улучшения процесса приварки ленты [16-18].

Приварка ленты осуществляется на установке 011-1-02 «Ремдеталь» (рис. 6).



1 – патрон; 2 – роликовые электроды;3 – золотник ГУР; 4 – оправка

Рис.6 – Восстановление золотника клапана правления на установке 011-1-02 «Ремдеталь»

Золотник 3 закрепляют в специальной оправке 4, которую устанавливают в патроне 1. Далее производится прихватка ленты к пояску. Для этого край отрезанного по размерам куска ленты при помощи плоскогубцев прикладывается к пояску золотника, после чего он прижимается клещами, и включается ток сварки, производится прихватка. Далее по краю через небольшие промежутки лента прихватывается на всей ширине, после чего, не отводя клещи, вращают деталь на один полный оборот, обкатывая ленту по поверхности. В конце оборота, когда конец ленты примкнет к изначальному месту приварки, повторяют процедуру прихвата, включая ток сварки. После этого клещи разжимают и переводят в левое положение, включают вращение золотника, прижимают клещи, включают сварочный ток, подачу охлаждающей жидкости и после того как край ленты будет приварен, включают продольную подачу. Режимы приварки следующие: сила тока 1,2 кА; длительность импульсов тока 0,04-0,06 с; длительность паузы между импульсами тока 0,08 с; частота вращения шпинделя – 6-8 об/мин; усилие сжатия электродов 1,5 кН; продольная подача сварочных электродов – 3 мм/об; расход охлаждающей жидкости (вода) – 1,5 л/мин.

Перед проведением окончательной механической обработки золотника методом шлифования необходимо произвести подрезание торцов твердосплавными проходными упорными резцами на токарно-винторезном станке при частоте вращения 800-1200 об/мин и ручной подаче. При подрезании следует соблюдать размер пояска, указанный в чертеже на деталь.

Дальнейшую обработку поясков золотника производят на бесцентрово-шлифовальном станке JCG-12, контролируя обеспечение зазора между золотником и корпусом клапана управления в пределах 6-18 мкм.

Окончательную приработку золотника осуществляют путем возвратно-поступательного переме-

щения с одновременным вращением в отверстии корпуса, смазав его маслом.

Заключение

Таким образом, предложенный способ восстановления не только позволит восстановить изношенную поверхность золотника и убрать дефектный слой в отверстии корпуса клапана управления, но и в дальнейшем повысить ресурс рулевого механизма, создав на изнашиваемой ресурсоопределяющей поверхности клапана управления новый слой, обладающий более высокой износостойкостью.

Список литературы

1.Червяков С. В., Столяров А. В. Неисправности рулевого управления автомобилей семейства КАМАЗ // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саранск. 2018. С. 300-306. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36800113

2. Pavlov A. I., Polyanin I. A., Kozlov K. E. Improving the Reliability of Hydraulic Drives Components // Procedia Engineering. 2017. № 206. pp. 1629-1635. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.689

3. Надежность технических систем / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, П. П. Лезин [и др.]. – М.: УМЦ «Триада», 2005. 353 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002838892

4. Семенова Е. В. Технология восстановления и упрочнения поверхностей золотников гидроусилителей рулевого управления гальванофазным хромированием: дисс. … канд. техн. наук. Пенза, 2004. 151 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15812065

5. Давыдкин А. М. Повышение межремонтного ресурса интегрального рулевого механизма комплексным восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дисс. … канд. техн. наук. Саранск, 2008. 19 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16149616

6. Корнеев В. Н. Исследование долговечности и разработка методики ускоренных стендовых испытаний распределителей тракторных гидросистем: автореф. дисс. … канд. техн. наук. М., 1974. - 26 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007412904

7. Власов М. В. Повышение долговечности пластинчатых гидронасосов восстановлением изношенных рабочих поверхностей методом электроискровой обработки (на примере пластинчатого гидронасоса 5320 системы ГУР автомобилей системы КамАЗ): автореф. дис. … канд. техн. наук. Саранск, 2003. 19 с. URL: https://lib.rucont.ru/efd/155749/info

8. Фомин А. И. Совершенствование технологии восстановления чугунных коленчатых валов электроконтактной приваркой стальной ленты через промежуточный слой: дис. … канд. техн. наук. Саранск, 2012. С. 35-36. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19371189

9. Burak P. I., Latypov R. A. Effect of the intermediate layer on the properties of a coating of 50khfa steel produced by electrical resistance welding. Welding International. 2012. Т. 26. № 7. pp. 547-549. DOI: https://doi.org/10.5267/j.esm.2019.8.006

10. Burak P. I., Serov A. V., Latypov R. A. Optimization of the process of electric resistance welding of metallic strips through an amorphous solder // Welding international.Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012. № 10 (26). С. 814-818. DOI: https://doi.org/10.1080/09507116.2011.653168

11. Gabitov I. I., Saifullin R., Farkhshatov M. N., Yunusbayev N., Pavlov A. P., Gaskarov I., Fayurshin A., Kunafin A., Islamov L., Masyagutov R. Distribution of temperature on the depth of restorable details at electrocontact welding of a steel tape. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. Т. 10. № 1. pp. 2496-2511. URL: https://www.researchgate.net/publication/331272086_Distribution of_temperature_on_the_depth_of_restorable_details_at_electrocontact_welding_of_a_steel_tape

12. Senin P. V., Stolyarov A. V., Chervyakov S. V. Strained valve-housing contact of hydraulic steer // Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. 2020. Special Issue, № 8. pp. 1-9. DOI: https://doi.org/10.26782/jmcms.spl.8/2020.04.00001.

13. Hardening of Electrohydraulic Injectors Valve Units of Diesels at Repair / I. I. Gabitov, R. N. Saifullin, M.N. Farhshatov, A. V. Negovora, S. G. Mudarisov, E. R. Khasanov, R. R. Galiullin, F. Z. Gabdrafikov, N.M. Yunusbaev and A. R. Valiev//Journal of Engineering and Applied Sciences. -2018. -13. -C. 64786486. DOI: https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.6478.6486.

14. Nafikov M. Z. Reconditioning of shafts by electric resistance welding of two steel wires / M. Z. Nafikov // Welding International. - 2016. - vol. 30. - № 3. - С. 236-243. DOI: https://doi.org/10.1080/09507116.2015.1044274

15. Латыпов Р. А., Латыпова Г. Р., Ваниянц К. Т. Электроконтактная приварка порошковой смеси, содержащей диспергированные отходы твердого сплава, со сталью 65Г // Современные материалы, техника и технологии. 2018. № 4 (19). С. 53-58. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/elektrokontaktnaya-privarka-poroshkovoy-smesi-soderzhaschey-dispergirovannye-othody-tverdogo-splava-so-stalyu-65g

16. Серов А. В., Серов Н. В., Бурак П. И., Соколова В. М. Методика назначения оптимальных режимов электроконтактной приварки // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2019. № 6 (94). С. 35-39. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41565004

17. Гаскаров И. Р. Исследование свойств покрытий, получаемых электроконтактной приваркой стальной ленты / И. Р. Гаскаров, И. Р. Максютов, В. В. Арсланов, А. В. Арсланов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (48). С. 123-128. DOI: https://doi.org/10.31563/1684-7628-2018-48-4-123-128

18. К выбору присадочного материала при электроконтактной приварке / Р. Ф. Масягутов, И. И. Загиров, Н. М. Юнусбаев [и др.] // Российский электронный научный журнал. 2019. № 3 (33). С. 115-127. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40579501

STEERING CONTROL VALVE RESTORECAR KAMAZ

Chervyakov Sergei V., *Senior Lecturer, Department of Technical Service of Machines, National Research Mordovia State University, sergey.chervyakov@yandex.ru*

Stolyarov Alexey V., *Associate Professor, candidate of technical sciences, National Research Mordovia State University, cabto@mail.ru*

Problem and purpose. *The purpose of the research was the theoretical substantiation and the choice of the method to restore the steering control valve of an agricultural vehicle of KamAZ brand. The object of the research was connection valve spool - valve body, subject to water-jet wear during operation.*

Methodology. *To achieve the purpose of the study, the stylus method was used and micrometer measurements of the surfaces of spool belts and valve bodies were made.*

Results. The studies carried out made it possible to obtain the values of the maximum clearance between the spool belts and the control valve body - 88 μm, the total wear was 156 μm. The value of the metal coating layer for the restoration of the technological gap in the joint, in the amount of 211 microns, was obtained. Electrocontact welding of a tape through an intermediate sublayer was chosen as a method for restoring the valve under study. Powder PG-CR2 was used as a sublayer. The main modes of the spool recovery were as follows: current strength was 1.2 kA, the duration of current pulses was 0.04-0.06 s, the pause duration between current pulses was 0.08 s, the compression force of electrodes was 1.5 kN, the spindle speed was 6-8 rpm, the longitudinal feed of welding electrodes was 3 mm/rev. As a method for restoring the body, the method of processing to an increased size using diamond reamers NPO Mikron on a special machine for precision processing SPO-01 was chosen. Tribotechnical studies of the restored connection according to the "roller-block" scheme showed that the friction pair with deposited strip 50KhFA had better tribotechnical characteristics compared to the reference pair: the friction coefficient was 1.45 times less; and the valve wear rate was 1.4 times lower and the pre-pressure load was 1.41 times higher.

Conclusion. *As a result of the research, it was found that the proposed restoration method would not only allow to restore the worn-out surface of the spool and remove the defective layer in the hole of the control valve body, but also further increase the service life of the steering mechanism by creating a new layer on the wearable resource-determining surface of the control valve, having higher wear resistance.*

Key words: *electrical contact welding, spool, housing, restoration, steering.*

Literatura

1.CHervyakov S. V., Stolyarov A. V. Neispravnosti rulevogo upravleniya avtomobilej semejstva KAMAZ // Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Saransk. 2018. S. 300-306. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36800113

2. Pavlov A. I., Polyanin I. A., Kozlov K. E. Improving the Reliability of Hydraulic Drives Components // Procedia Engineering. 2017. № 206. pp. 1629-1635. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.689

3. Nadezhnost' tekhnicheskih sistem / E. A. Puchin, O. N. Didmanidze, P. P. Lezin [i dr.]. – M.: UMC «Triada», 2005. 353 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002838892

4. Semenova E. V. Tekhnologiya vosstanovleniya i uprochneniya poverhnostej zolotnikov gidrousilitelej rulevogo upravleniya gal'vanofaznym hromirovaniem: diss. … kand. tekhn. nauk. Penza, 2004. 151 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15812065

5. Davydkin A. M. Povyshenie mezhremontnogo resursa integral'nogo rulevogo mekhanizma kompleksnym vosstanovleniem i uprochneniem iznoshennyh poverhnostej detalej: avtoref. diss. … kand. tekhn. nauk. Saransk, 2008. 19 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16149616

6. Korneev V. N. Issledovanie dolgovechnosti i razrabotka metodiki uskorennyh stendovyh ispytanij raspredelitelej traktornyh gidrosistem: avtoref. diss. … kand. tekhn. nauk. M., 1974. - 26 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007412904

7. Vlasov M. V. Povyshenie dolgovechnosti plastinchatyh gidronasosov vosstanovleniem iznoshennyh rabochih poverhnostej metodom elektroiskrovoj obrabotki (na primere plastinchatogo gidronasosa 5320 sistemy GUR avtomobilej sistemy KamAZ): avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. Saransk, 2003. 19 s. URL: https://lib.rucont.ru/efd/155749/info

8. Fomin A. I. Sovershenstvovanie tekhnologii vosstanovleniya chugunnyh kolenchatyh valov elektrokontaktnoj privarkoj stal'noj lenty cherez promezhutochnyj sloj: dis. … kand. tekhn. nauk. Saransk, 2012. S. 35-36. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19371189

9. Burak P. I., Latypov R. A. Effect of the intermediate layer on the properties of a coating of 50khfa steel produced by electrical resistance welding. Welding International. 2012. T. 26. № 7. pp. 547-549. DOI: https://doi.org/10.5267/j.esm.2019.8.006

10. Burak P. I., Serov A. V., Latypov R. A. Optimization of the process of electric resistance welding of metallic strips through an amorphous solder // Welding international.Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012. № 10 (26). S. 814-818. DOI: https://doi.org/10.1080/09507116.2011.653168

11. Gabitov I. I., Saifullin R., Farkhshatov M. N., Yunusbayev N., Pavlov A. P., Gaskarov I., Fayurshin A., Kunafin A., Islamov L., Masyagutov R. Distribution of temperature on the depth of restorable details at electrocontact welding of a steel tape. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. T. 10.

№ 1. pp. 2496-2511. URL: https://www.researchgate.net/publication/331272086_Distribution of_temperature_on_the_depth_of_restorable_details_at_electrocontact_welding_of_a_steel_tape

12. Senin P. V., Stolyarov A. V., Chervyakov S. V. Strained valve-housing contact of hydraulic steer // Journal of mechanics of continua and mathematical sciences. 2020. Special Issue, № 8. pp. 1-9. DOI: https://doi.org/10.26782/jmcms.spl.8/2020.04.00001.

13. Hardening of Electrohydraulic Injectors Valve Units of Diesels at Repair / I. I. Gabitov, R. N. Saifullin, M.N. Farhshatov, A. V. Negovora, S. G. Mudarisov, E. R. Khasanov, R. R. Galiullin, F. Z. Gabdrafikov, N.M. Yunusbaev and A. R. Valiev//Journal of Engineering and Applied Sciences. -2018. -13. -S. 64786486. DOI: https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.6478.6486.

14. Nafikov M. Z. Reconditioning of shafts by electric resistance welding of two steel wires / M. Z. Nafikov // Welding International. - 2016. - vol. 30. - № 3. - C. 236-243. DOI: https://doi.org/ 10.1080/09507116.2015.1044274

15. Latypov R. A., Latypova G. R., Vaniyanc K. T. Elektrokontaktnaya privarka poroshkovoj smesi, soderzhashchej dispergirovannye othody tverdogo splava, so stal'yu 65G // Sovremennye materialy, tekhnika i tekhnologii. 2018. № 4 (19). S. 53-58. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/elektrokontaktnaya-privarka-poroshkovoy-smesi-soderzhaschey-dispergirovannye-othody-tverdogo-splava-so-stalyu-65g

16. Serov A. V., Serov N. V., Burak P. I., Sokolova V. M. Metodika naznacheniya optimal'nyh rezhimov elektrokontaktnoj privarki // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V.P. Goryachkina". 2019. № 6 (94). S. 35-39. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41565004

17. Gaskarov I. R. Issledovanie svojstv pokrytij, poluchaemyh elektrokontaktnoj privarkoj stal'noj lenty / I. R. Gaskarov, I. R. Maksyutov, V. V. Arslanov, A. V. Arslanov // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 4 (48). S. 123-128. DOI: https://doi.org/10.31563/1684-7628-2018-48-4-123-128

18. K vyboru prisadochnogo materiala pri elektrokontaktnoj privarke / R. F. Masyagutov, I. I. Zagirov, N. M. YUnusbaev [i dr.] // Rossijskij elektronnyj nauchnyj zhurnal. 2019. № 3 (33). S. 115-127. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40579501

УДК 621.65.05

10.36508/RSATU.2020.48.4.019

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУСТЕРНОГО НАСОСА В КАЧЕСТВЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА ПРИ ГАШЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

ШИРЯЕВ Вадим Николаевич, *гл. инженер НИИ «ЭнергоГидроМех», vadik334@mail.ru*

УРЖУМОВА Юлия Сергеевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры мелиорации земель, urzhumovay@mail.ru*

ТАРАСЬЯНЦ Сергей Андреевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры водоснабжения и использования водных ресурсов, starasyancz@mail.ru*

ШИРЯЕВА Наталья Олеговна, *аспирант кафедры мелиорации земель, n.shiryaeva61@yandex.ru*

Новочеркасский инженерно мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет"

Проблема и цель. *Целью настоящей работы является проведение натурных экспериментальных исследований по использованию бустерного насоса в качестве дополнительного насосного агрегата при гашении гидравлического удара в напорных трубопроводах, на насосной станции «Междуречье» Изобильненского филиала управления «Ставропольмелиоводхоза», для которой ранее проводился теоретический расчет с целью возможности остановки основных насосных агрегатов без использования дополнительных традиционных устройств – гасителей гидравлических ударов.*

Методология. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные вопросы экспериментально определялась фактическая величина полной энергии в трубопроводах при различных эксплуатационных вариантах сети. Опытное определение величины потенциальной энергии перед обратным клапаном основного насосного агрегата проводилось с использованием теории планирования эксперимента. В качестве факторов принимались: потенциальная энергия $П_1$ во всасывающих трубопроводах основного и дополнительного насосов X_1, определяемая по вакуумметру;*

© Ширяев В. Н., Уржумова Ю. С., Тарасьянц С. А., Ширяева Н. О., 2020 г.

потенциальная энергия $П_2$ в напорном трубопроводе дополнительного насоса $Х_2$, определяемая манометром; потенциальная энергия $П_3$ в напорном трубопроводе основного насоса $Х_3$, определяемая манометром и регулируемая задвижкой.

Результаты. *Обработка результатов проведенной группы опытов позволила получить зависимость величины потенциальной энергии в напорном распределительном трубопроводе перед обратным клапаном основного насоса от значений потенциальной энергии в напорном распределительном трубопроводе бустерного насоса и напорном распределительном трубопроводе основного насоса.*

Заключение. *В ходе исследований было установлено, что при подборе марки насоса, принимаемого в качестве бустерного, следует напор, независимо от подач, завышать на 10-15 м по сравнению с напором основных насосов для гарантированной возможности закрытия обратных клапанов на напорных трубопроводах перед остановкой основных насосов.*

Ключевые слова: *основной насосный агрегат, бустерный насос, всасывающий трубопровод, напорный трубопровод, потенциальная энергия, кинетическая энергия, полная энергия, гидравлический удар.*

Введение

В настоящее время основным способом подачи воды на орошение являются закрытые оросительные сети с машинным водоподъемом. Эксплуатация трубопроводных систем имеет специфические особенности, несоблюдение которых ведет к аварийным ситуациям и прекращению подачи воды. Наибольшую эксплуатационную опасность работы трубопроводных сетей представляют переходные процессы – пуск и остановка насосных агрегатов [10,13,16], изменение местоположения потребителя, срывы безаварийной эксплуатации трубопроводной арматуры, в результате которых давление в сети и корпусах гидромеханического оборудования повышается в сотни раз в случае непредвиденного обратного потока воды по всему поперечному сечению напорного трубопровода [7,8]. Существующие нормы проектирования предусматривают устройства для гашения гидравлических ударов, основными из которых являются водо-воздушные колпаки, практически вышедшие из строя на всех действующих насосных станциях [1,5]. Исходя из этого, нами предложено использовать бустерный насос [9] в качестве дополнительного насосного агрегата при гашении гидравлического удара в напорных трубопроводах.

Методика проведения исследований, измеряемые и определяемые величины

Исследования проводились на действующей насосной станции «Междуречье» Изобильненского филиала Управления «Ставропольмелиоводхоза» (рисунки 1, 2, 3) с целью возможности пуска и остановки основных насосных агрегатов без использования дополнительных традиционных устройств – гасителей гидравлических ударов.

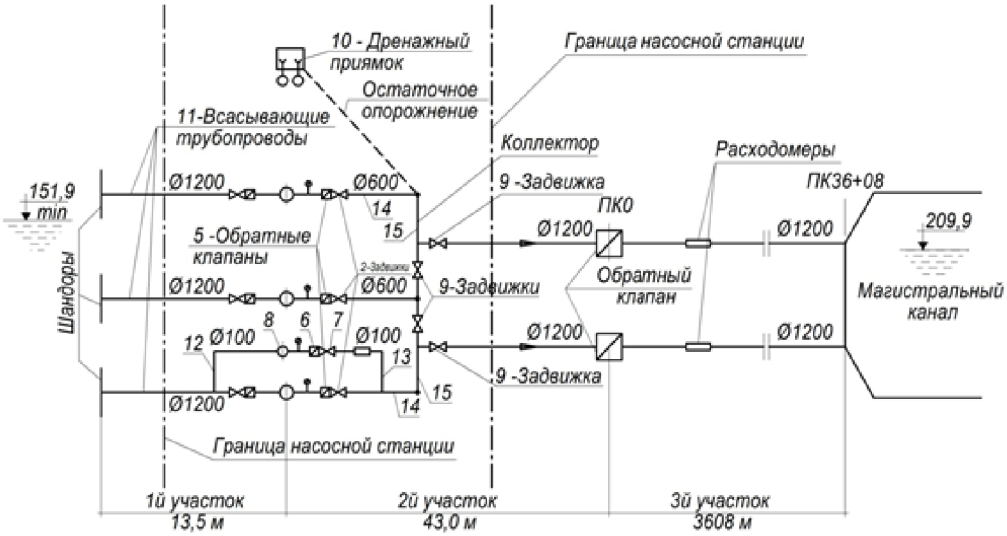
Рис. 1 – Общий внешний вид машинного зала насосной станции «Междуречье»

Рис. 2 – Внутренний вид насосного оборудования, установленного на насосной станции «Междуречье»

Рис. 3 – Схема водозаборного сооружения и установленного гидромеханического оборудования в исследуемой насосной станции

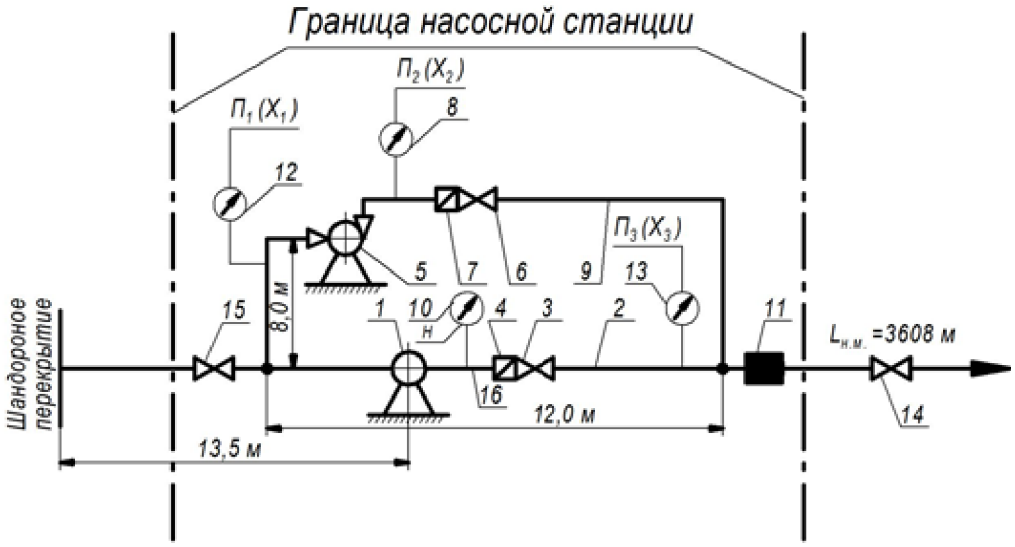
Схема установки дополнительного оборудования для проведения исследований приведена на рисунках 4,5.

Предлагаемая исследуемая технология эксплуатации насосной станции с возможностью гашения гидравлического удара заключается в следующем (рис. 4): перед пуском основного центробежного насоса 1, в начале сезона, пускается дополнительный насос 5 с закрытой задвижкой 6 и закрытой задвижкой 3 сети, открывается задвижка 6 и автоматически открывается обратный клапан 7 на напорном трубопроводе 9 дополнительного насоса 5. При полностью заполненном напорном трубопроводе 2, что засвидетельствует манометр 8, включается основной центробежный насос 1, отключается дополнительный насос 5, открывается задвижка 3. Перед остановкой основного центробежного насоса 1 включается дополнительный насос 5 и с увеличенным давлением в напорном трубопроводе 2 закрывается обратный клапан 4, предотвращая обратный ток воды в напорном трубопроводе 2 и явление гидроудара. Основной центробежный насос 1 останавливается при открытой задвижке сети 3, останавливается дополнительный насос 5, автоматически закрывается обратный клапан 7 и обратный клапан 4. При понижении давления в сети включается автоматически дополнительный насос 5, исключая сброс воды из напорного трубопровода 2. При последующих пусках основного центробежного насоса 1 процесс повторяется без использования задвижки 3 и предотвращения обратного тока воды в напорном трубопроводе 2, а следовательно, и гидравлического удара в напорном трубопроводе 2 сети.



1 – основные насосные агрегаты; 2 – задвижки на напорных распределительных трубопроводах; 3 – задвижки на всасывающих трубопроводах; 4 – монтажные вставки; 5 – обратные клапаны на напорных распределительных трубопроводах; 6 – обратный клапан бустерного насоса; 7 – задвижка бустерного насоса; 8 – бустерный насос; 9 – задвижки на напорных магистральных трубопроводах; 10 – дренажный приямок; 11 – всасывающие трубопроводы $Д_у$=1200 мм; 12 – всасывающий трубопровод бустерного насоса $Д_у$=100; 13 – напорный трубопровод бустерного насоса; 14 – напорные распределительные трубопроводы основных насосов; 15 – распределительный коллектор

Рис. 4 – Технологическая схема установки основного и вспомогательного оборудования, всасывающих и напорных трубопроводов



1 – основной насосный агрегат Д6300-80; 2 – напорный распределительный трубопровод $Д_у$=600 мм; 3, 14, 15 – задвижки $Д_у$=600 мм (марка 30ч906бр); 4 – обратный клапан; 5 – бустерный насос (К90/85); 6 – задвижка Ду=100 мм (30ч6бр); 7 – обратный клапан; 8, 10, 13 – манометры; 9 – напорный трубопровод бустерного насоса; 11 – расходомер; 12 – вакуумметр

Рис. 5 – Схема установки бустерного насоса для предотвращения гидравлического удара и поддержания постоянного давления в сети

Предварительными исследованиями, для определения возможности использования бустерного насоса в качестве дополнительного насосного агрегата при гашении гидравлического удара, экспериментально определялись фактическая величина полной энергии в трубопроводах при различных эксплуатационных вариантах сети [12,17].

В задачи исследования входило:

1) опытное определение полной энергии в напорном магистральном и всасывающем трубопроводах при работе бустерного насоса;

2) расчет фактических напоров в сети при работе бустерного насоса;

3) опытное определение полной энергии в напорном магистральном и всасывающем трубопроводах при работе с двумя основными насосными агрегатами на один трубопровод;

4) расчет фактических напоров в сети при работе основного насосного агрегата.

При проведении исследований для всасывающего трубопровода определяли:

– фактический расход $Q_{1б.}$, определенный в напорном трубопроводе объемным способом при разной степени открытия задвижки;

– фактическая потенциальная $\frac{B_{1б.}}{g\rho_0}$, кинетическая $\frac{V_{1б.}^2}{2g}$ и полная энергии по показаниям вакуумметра 12 (рис. 6) при разности отметок водозаборного сооружения 153,3 и оси насоса 151,90 $H_{г.вс.} = 153{,}3 - 151{,}9 = 1{,}4\ (м)$, $Э_1 = \frac{B_{1б.}}{g\rho_0}$ [3],

– кинетическая энергия по скоростному напору во всасывающем трубопроводе $\frac{V_{1б.}^2}{2g}$ и полная энергия $Э_1 = \frac{B_{вс.б.}}{g\rho_0} + \frac{V_{1б.}^2}{2g}$ [4].

Расчетные данные сведены в таблицу 1.

Рис. 6 – Опытное определение величины вакуума на всасывающем трубопроводе бустерного насоса

Таблица 1 – Фактические значения величины потенциальной $\frac{p_{б.вс.}}{g\rho_0}$ кинетической $\frac{V^2_{б.вс.}}{2g}$ и полной энергии $Э_1 = \frac{p_{б.вс.}}{g\rho_0} + \frac{V^2_{б.вс.}}{2g}$ во всасывающем трубопроводе бустерного насоса $Д_у = 100(88)мм$

Степень открытия задвижки	Фактический расход $Q_{1б.}$,м³/с	Фактическая кинетическая энергия $\frac{V^2_{1б.}}{2g}$,м	Потери напора во всасывающем трубопроводе	Показания вакуумметра, $\frac{B_{1б.}}{g\rho_0}$, м	Полная энергия Э₁, м
0,25	0,016	0,32	0,51	-1,60	-1,92
0,50	0,020	0,56	0,89	-2,02	-2,58
1,75	0,022	0,68	1,08	-2,21	-2,89
1,00	0,025	0,88	1,40	-2,50	-3,38

При проведении исследований для напорного трубопровода измерялись:

– фактический расход $Q_б$. и скорость потока $V_б$ в напорном трубопроводе насоса по времени наполнения $Q_б = \frac{W_{н.тр.}}{t_{нап.}}$ ($W_{н.тр.}$ – объем напорного трубопровода (расчетный), $t_{нап.}$ – время наполнения напорного трубопровода;

– фактическая потенциальная и кинетическая энергия в напорном трубопроводе по показаниям манометра 8 и по скорости движения потока $V_б$.в напорном трубопроводе 2 для четырех степеней открытия задвижки 6 (рисунки 5, 7); рассчитывались потери напора и полная энергия по зависимостям:

Рис. 7 – Манометр для определения потенциальной энергии бустерного насоса в напорном трубопроводе

– потери напора $hw_{б.} = \lambda \frac{L}{D_H} \frac{V^2_{б.}}{2g}$ (λ – принималась 0,02; длина L=3608 м, $D_Н$=1,12 м);

– потенциальная энергия $Э_б = hw_{б.} + H_г$, $H_г$ – геометрическая высота подъема, $H_г$=62,05 м;

– полная энергия $Э_{п.б.} = Э_{б.} + \frac{V^2_{б.}}{2g}$. Расчетные данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Фактические значения величин потенциальной $\frac{B_{1б.}}{g\rho_0}$, кинетической $\frac{V^2_{1б.}}{2g}$ и полной энергии для напорного трубопровода бустерного насоса (коэффициент «λ» принимается 0,02; длина трубопровода 3608 м)

Степень открытия задвижки	Подача, м³/с	Полная энергия во всасывающем трубопроводе $Э_{1б.}$,м	Полная энергия в напорном трубопроводе $Э_{2б.}$, м	Напор бустерного насоса, $H_б = Э_{2б.} - Э_{1б.}$,м
0,25	0,020	-1,92	94,98	95,92
0,50	0,028	-2,58	95,36	97,94
0,75	0,030	-2,89	102,18	103,07
1,00	0,033	-3,38	106,40	109,78

Опытное определение величины потенциальной энергии перед обратным клапаном бустерного насоса

При выполнении исследований проведен анализ таблиц 1, 2 для бустерного насоса, по которому определены величины энергий для всасывающего Э₁ и напорного трубопровода Э₂ и фактический полный экспериментальный напор бустерного насоса $H_б$.

Анализ таблицы 2 показал возможную величину полного напора бустерного насоса $H_б$ в зависимости от степени открытия задвижки на напорном трубопроводе от 95,92 до 109,78 м.

По рисунку 8 на основании построенной кривой потерь напора в трубопроводе в зависимости от подачи $h_{wб} = f(Q_б)$ определена возможная фактическая подача $Q_б$=0,37 м³/с и возможный напор в сети, для подачи 0,37 м³/с $H_б$=75 м. Для напора 109,78

м фактическая подача составляет 0,018 м³/с.

При проведении исследований с основным насосным агрегатом Д6300-80 измерялись:

– фактический расход Q_0 и скорость потока в напорном трубопроводе V_0 по показаниям расходомера (рис. 9);

– фактическая потенциальная и кинетическая энергия в напорном трубопроводе по показаниям манометра 10 и по скорости движения потока в напорном трубопроводе 2 для четырех степеней открытия задвижки 3; рассчитывались потери напора и полная энергия по зависимостям:

– потери напора $hw_0 = \lambda \frac{L}{D_H} \frac{V_0^2}{2g}$ (λ принимается 0,02; L=3608 м, D_H=1,12 м);

– потенциальная энергия $Э_0 = hw_б + H_г$, $H_г$ – геометрическая высота подъема 62,05 м;

полная энергия $Э_{п.0} = Э_0 + \frac{V_0^2}{2g}$. Расчетные данные сведены в таблицу 3.

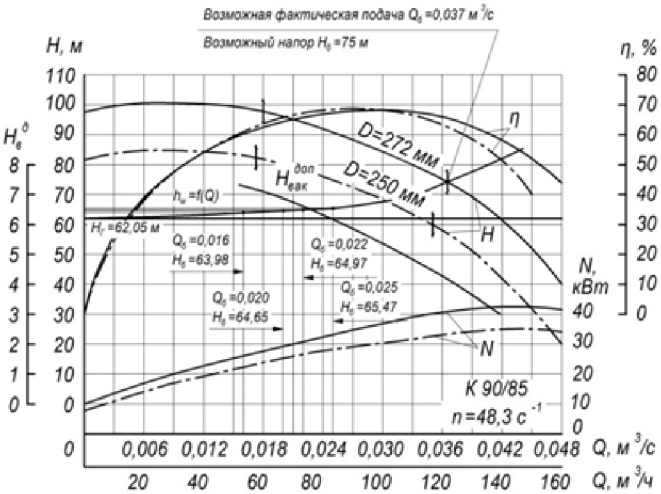


Рис. 8 – Характеристика бустерного насоса К90/85 (напорной-расходной $H_б=f(Q_б)$; КПД-$\eta_б=f(Q_б)$; допустимой вакуумметрической высоты всасывания $H_{доп.б}^{вак} = f(Q_б)$ потребляемой мощности $N_б=f(Q_б)$)

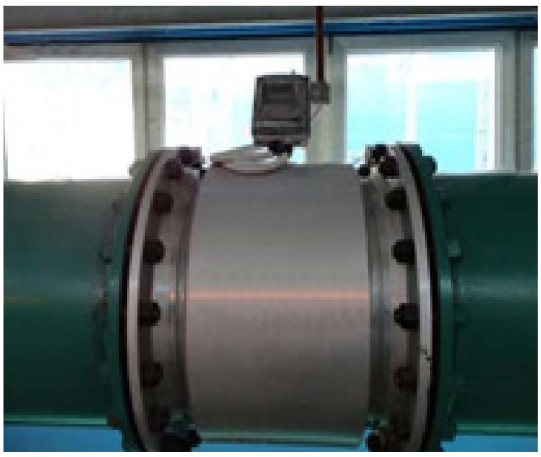


Рис. 9 – Электромагнитный расходомер для определения расхода в напорном магистральном трубопроводе (EUROMAG MUT2500EL)

Таблица 3 – Фактические значения величин потенциальной $\frac{B_{1б.}}{g\rho_0}$, кинетической $\frac{V_{1б.}^2}{2g}$ и полной энергии основных насосов

Степень открытия задвижки 3 (рисунок 5)	Фактические показания манометра M_0, м	Подача, м³/с	Скорость в трубопроводе V_0, ($\omega_{тр}$=0,98 м²),м/с	Скоростной напор (кинетическая энергия), $\frac{V_0^2}{2g}$, м	Потери напора фактические M_0-$H_г$, м	Потери напора $hw_0 = \lambda \frac{L_H}{D_H} \frac{V_0^2}{2g}$, м (расчетные)	Потенциальная энергия $\frac{p_0}{g\rho_0}$, м	Полная энергия в напорном трубопроводе, $Э_2$ $\frac{p_0}{g\rho_0} + \frac{V_0^2}{2g}$, м	Коэффициент сопротивления $\lambda = M_0 / {}^{L}/_{D} \frac{V^2}{2g}$ (фактический)
при работе одного агрегата на один трубопровод									
0,25	62,05	0,30	0,30	0,0047	2,85	0,3	62,35	62,35	0,36
0,50	66,10	0,69	0,70	0,02	4,05	1,28	63,33	63,35	0,109
0,75	68,1	0,99	1,01	0,05	4,00	3,22	64,1	64,15	0,025
1,00	69,2	1,36	1,38	0,09	7,15	5,79	68,29	68,38	0,028
при работе 2-х агрегатов на один трубопровод									
0,25	63,55	0,60	0,61	0,22	1,50	1,22	63,55	63,57	0,41
0,50	67,05	1,70	1,73	0,15	5,00	5,68	67,05	67,20	0,12
0,75	80,25	2,60	2,65	0,36	18,20	23,05	79,89	80,25	0,034
1,00	97,05	3,47	3,54	0,64	35,02	41,14	87,05	87,69	0,020
при работе 2-х агрегатов на полтора трубопровода									
0,25	63,25	0,44	0,44	0,009	1,20	0,63	63,25	63,25	0,30
0,50	66,87	1,27	1,29	0,08	4,82	5,46	66,87	66,95	0,10
0,75	72,25	1,95	1,98	0,19	10,20	12,87	72,25	72,44	0,04
1,00	81,91	2,60	2,72	0,37	19,86	24,29	81,91	82,28	0,02

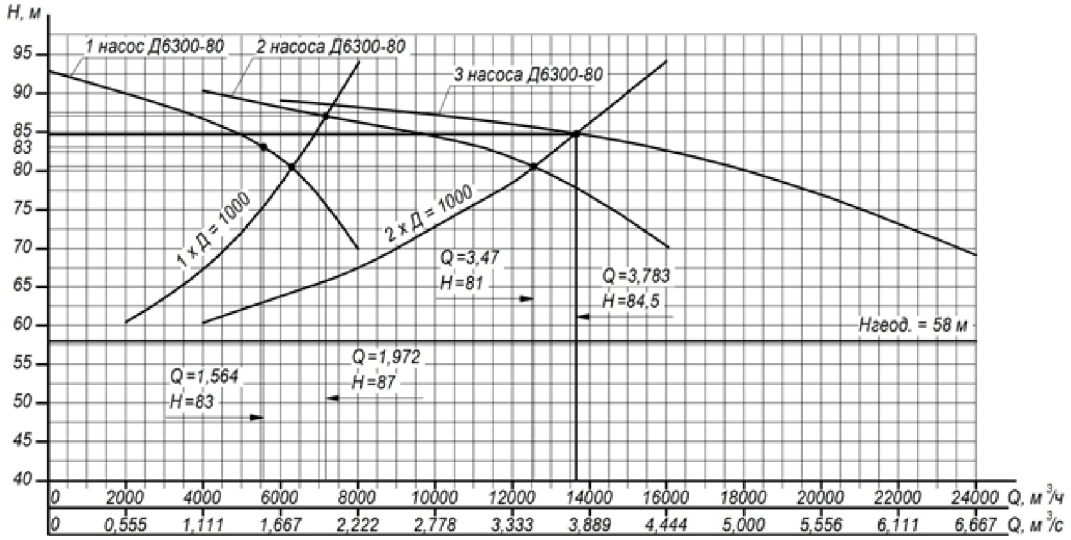


Рис. 10 – Характеристика основного насоса Д6300-80 (напорно-расходный $H_0=f(Q_0)$,КПД-$\eta_0=f(Q_0)$, допустимой вакуумметрической высоты всасывания $H_{доп}^{вак}=f(Q_0)$ и потребляемой мощности $N_0=f(Q_0)$)

Из анализа таблицы 3 следует, что по фактическим показаниям манометров потери напора зависят в основном от скорости движения в напорном трубопроводе, что, естественно, объясняется законами гидравлики [2,11]. В данном исследуемом случае для стального трубопровода, с внутренним диаметром 1,12 м, при дальности транспортировки воды 3608 м и расходах, колеблющихся от 0,30 до 1,36 м³/с, потери напора находятся в пределах 0,3-5,79 м, при этом фактический коэффициент сопротивления λ находится в пределах 0,03-0,028.

Полная потенциальная энергия в напорном трубопроводе находится в пределах от 62,35 до 68,29 м, при фактических потерях напора от 2,85 до 7,15 м. Суммарная полная энергия в напорном трубопроводе определится по зависимости $Э_2=\frac{p_0}{g\rho_0}+\frac{V_0^2}{2g}$ и находится в пределах от 62,35 до 68,29 м.

По данным таблицы 3 и рисунка 10 определяются гидравлические фактические параметры основного насосного агрегата, напоры H_0 и $H_б$; подачи Q_0 и $Q_б$, допустимая геометрическая высота всасывания, ($H_{доп,0}^{вак}$ и $H_{доп,б}^{вак}$), фактическая потребляемая мощность двигателей $N_{ф,0}$ и $N_{ф,б,}$ КПД - $\eta_{ф.0}$ и $\eta_{ф.б.}$

Таблица 4 – Экспериментальная величина полной энергии и напора основных агрегатов

Степень открытия задвижки	Подача, м³/с	Полная энергия во всасывающем трубопроводе $Э_{1,0}$, м	Полная энергия в напорном трубопроводе $Э_{2,0}$, м	Напор основного насоса $H_0=Э_{2,0}-Э_{1,0,}$ м
принята по результатам испытаний для наиболее тяжелых условий, при работе 2-х насосных агрегатов на один трубопровод				
0,25	0,60	-1,92	63,57	65,49
0,50	1,70	-2,58	67,20	69,78
0,75	2,60	-2,89	80,61	83,50
1,00	3,47	-3,38	87,69	101,07
принята по результатам испытаний для наиболее тяжелых условий, при работе 2-х насосных агрегатов на полтора трубопровода				
0,25	0,44	-2,00	63,25	65,25
0,50	1,27	-3,50	66,95	70,45
0,75	1,95	-3,68	72,04	75,72
1,00	2,60	-4,00	82,28	86,28

Из таблицы 4 видно, что величина полной энергии основных насосных агрегатов колеблется, в зависимости от количества включенных насосов на один напорный трубопровод, от 63,57 м (наиболее удобные условия для включения бустерного насоса) до 87,69 м (предельно возможные условия для предотвращения обратного тока в напорном трубопроводе – максимальный напор, по рисунку 8 – 100 м). Таким образом, при выборе гидравлических параметров дополнительного насоса необходимо провести расчет возможной полной энергии, создаваемой основными агрегатами в напорном магистральном трубопроводе, и далее с учетом полученных величин определить необходимые

значения напора и расхода дополнительного насосного оборудования [15,18].

Опытное определение величины потенциальной энергии перед обратным клапаном основного насосного агрегата

Определение проводилось в зависимости от гидравлических параметров в напорном магистральном, напорном дополнительном и всасывающих трубопроводах – основного и дополнительного насосов.

Исследования проводились с использованием теории планирования эксперимента, в качестве факторов принимались [6]:

– потенциальная энергия $П_1$ во всасывающих трубопроводах основного и дополнительного насосов X_1, определяемая по вакуумметру 12 и регулируемая задвижкой 15 (рис. 5);

– потенциальная энергия $П_2$ в напорном трубопроводе 9 дополнительного насоса X_2, определяемая манометром 8 и регулируемая задвижкой 6;

– потенциальная энергия $П_3$ в напорном трубопроводе основного насоса 2 X_3, определяемая манометром 13 и регулируемая задвижкой 14.

В качестве критерия Н принималась полная потенциальная энергия в трубопроводе 16, определяемая манометром 10. Исследования проведены в два этапа:

– первый – для определения влияния каждого из исследуемых факторов на величину критерия оптимизации «Н»;

– второй – для определения влияния оптимальных значений наиболее значимых факторов на величину «Н» и максимальной полной потенциальной энергии перед обратным клапаном 4 (рис. 5).

Величины фактических и кодированных параметров для трехфакторного плана, принятых по таблицам 3,4, показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Значения фактических и кодированных факторов для первой группы

Факторы	Код	Интервалы, м	Уровень		
			Средний «0», м	Нижний-, м	Верхний+, м
$П_1$, м	X_1	-1,0	-2,0	-1,0	-3,0
$П_2$, м	X_2	10,0	70,0	60,0	80,0
$П_3$, м	X_3	10,0	60,0	50,0	70,0

Таблица 6 – Матрица планирования и результаты исследований по первой группе опытов

№ опыта	Потенциальная энергия X_1 ($П_1$),м	Потенциальная энергия X_2 ($П_2$,)м	Потенциальная энергия X_3 ($П_3$),м	Величины факторов			Критерий Н,м
				X_1 ($П_1$)м	X_2 ($П_2$)м	X_3 ($П_3$)м	
1	+	+	+	-3,0	80,0	70,0	85,6
2	+	-	-	-3,0	60,0	50,0	84,3
3	-	+	+	-1,0	80,0	70,0	88,0
4	-	-	-	-1,0	60,0	50,0	84,2
5	+	0	0	-3,0	70,0	60,0	85,0
6	+	0	0	-3,0	70,0	60,0	85,0
7	-	0	0	-1,0	70,0	60,0	84,9
8	-	0	0	-1,0	70,0	60,0	86,5
9	0	+	+	-2,0	80,0	70,0	88,0
10	0	+	+	-2,0	80,0	70,0	87,0
11	0	-	-	-2,0	60,0	50,0	64,2
12	0	-	-	-2,0	60,0	50,0	65,0
13	0	0	0	-2,0	70,0	60,0	80,4
14	0	0	0	-2,0	70,0	60,0	81,0
15	0	0	0	-2,0	70,0	60,0	82,2
16	0	0	0	-2,0	70,0	60,0	82,2

Данные таблицы 6, обработанные методами [2,6], позволили получить уравнение регрессии вида:

$H=b_0 \pm b_1 x_1 \pm b_2 x_2 \pm b_3 x_3 \ (\ldots)$, (1)

где: $b_0 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_n}{N}$ – свободный член; (2)

$b_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_{in} H_n}{N}$ – коэффициент фактора; (3)

N – число опытов по плану; X_{in} – значение фактора в опыте.

Подстановка вычисленных коэффициентов b_0 и b_i в уравнение 1 позволила составить зависимость 4, по которой построена ранжировочная кривая степени влияния факторов на значение «Н» (рис. 11)

$H=90,8+19,1X_1-30,2X_2-44,1X_3$ (4)

По рисунку 11 видно, что наибольшее влияние на потенциальную энергию Н оказывает энергия в напорном трубопроводе бустерного насоса $П_2$=87 %, степень влияния энергии в напорном распределительном трубопроводе основного насоса составляет 58 % и менее значимую степень влияния 8 % оказывает энергия во всасывающих трубопроводах основного и бустерного насосов. С учетом вышеизложенного проведена вторая группа опытов с двумя факторами X_2 и X_3. Значения факторов показаны в таблице 7.

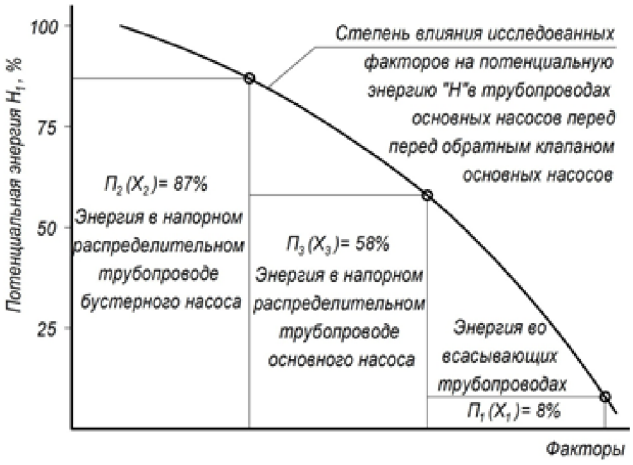


Рис. 11 – Кривая зависимости степени влияния исследованных факторов на потенциальную энергию в напорном трубопроводе основного агрегата перед обратным клапаном

Таблица 7 – Кодированные и фактические параметры для второй группы опытов

Факторы	Код	Интервалы,м	Уровень		
			Средний «0», м	Нижний-, м	Верхний+, м
			80,0	70,0	90,0
$П_3$	X_3	10	70,0	60,0	80,0

Матрица планирования показана в таблице 8.

Обработка результатов проведенной второй группы опытов позволила получить зависимость величины потенциальной энергии в напорном распределительном трубопроводе 16 перед обратным клапаном основного насоса от значений потенциальной энергии в напорном распределительном трубопроводе 9 бустерного насоса и напорном распределительном трубопроводе 2 основного насоса.

Таблица 8 – Матрица и результаты второй группы опытов

№ опыта	Энергия бустерного насоса, X_2 ($П_2$), м	Энергия основного насоса, X_3 ($П_3$), м	Значения факторов		
			$П_2$,м	$П_3$,м	Энергия перед обратным клапаном основного насоса Н, м
			80,0	70,0	90,0
1	+	+	90,0	80,0	85,4
2	-	-	70,0	60,0	70,2
3	+	-	90,0	60,0	84,5
4	-	+	70,0	80,0	65,0
5	0	+	80,0	80,0	80,0
6	0	-	80,0	60,0	64,5
7	0	0	80,0	70,0	88,2
8	0	0	80,0	70,0	84,8

$H=64,2-15,9X_2+34,1X_3+12,2X_2^2-10,4X_3^2-15,1X_1X_2$ (5)

Уравнение 5 позволяет проводить расчеты величины потенциальной энергии «Н» перед обратным клапаном основного насоса в зависимости от величины потенциальной энергии $П_2$ и $П_3$. Расчетные данные сведены в таблицу 9. Кроме того, в таблицу 9 внесены расчетные значения полной энергии в напорных трубопроводах основного и бустерного насосов.

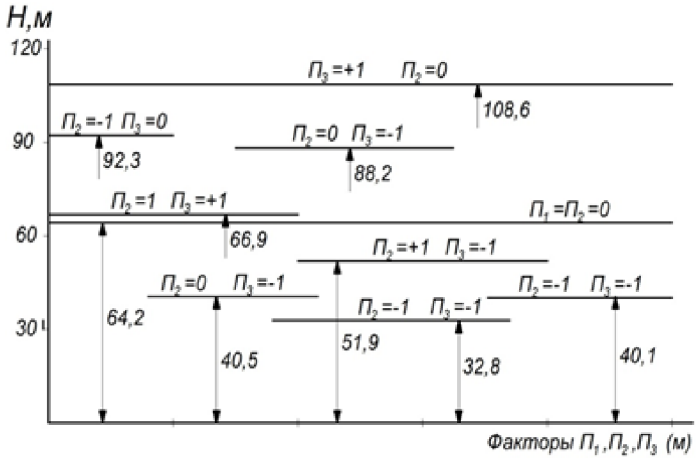


Рис. 12 – Графическая зависимость потенциальной энергии перед обратным клапаном основного насоса Н от величины потенциальной энергии в напорных трубопроводах бустерного $П_2$ и основного насоса $П_3$

По рисунку 12 видно, что наибольшее расчетное значение величины потенциальной энергии Н=105,4 получено при кодированных значениях $П_2$=+1 и $П_3$=+1, что соответствует натуральным величинам энергии $П_2$=90 и $П_3$=80 м.

Таблица 9 – Зависимость потенциальной энергии напорного распределительного трубопровода основного насоса от энергии распределительного трубопровода бустерного насоса, рассчитанная по уравнению 5

№ п/п опыта	$П_2$, м	$П_3$, м	Потенциальная энергия основного насоса, м	Подача основного насоса, м³/с	Подача бустерного насоса, м³/с	Скорость в трубопроводе Ø 1,12 м, м/с	Скорость в трубопроводе Ø 0,088 м, м/с	Скоростной напор в трубопроводе дополнительного насоса, м	Скоростной напор в дополнительном трубопро-воде, м	Полная энергия $Э_2$, м
1	(+)96,0	(+)80,0	69,10	2,22	0,030	2,26	4,93	0,26	1,23	70,33
2	(-)70,0	(-)60,0	59,30	2,00	0,042	1,98	7,00	0,19	2,49	61,79
3	+(96,0)	(-)60,0	85,96	1,38	0,042	1,24	7,00	0,07	2,49	58,45
4	-(70,0)	+(80,0)	100,90	0,55	0,030	0,50	4,93	0,01	1,23	102,13
5	0(80,0)	+(80,0)	85,00	1,38	0,030	1,30	4,93	0,08	1,23	86,23
6	0(80,0)	-(60,0)	68,00	2,20	0,042	2,10	7,00	0,13	2,49	70,49
7	0(80,0)	0(70,0)	64,2	2,00	0,035	1,95	2,00	0,19	0,20	64,4
8	0(80,0)	0(70,0)	64,2	2,00	0,035	1,95	2,00	0,19	0,20	64,4

Заключение

В результате экспериментальных исследований установлен предел возможной величины полной энергии в напорных трубопроводах 100-110 м для центробежных бустерных насосов, так как дальнейшее увеличение напора приводит к нецелесообразному увеличению затрат электрической энергии для вспомогательного оборудования мелиоративных насосных станций.

Установлено, что опытное определение величины полной энергии бустерного насоса 108,6 м подтверждает проведенный теоретический расчет в пределах ошибки 2-3 %. При подборе марки насоса, принимаемого в качестве бустерного, следует напор, независимо от подачи, завышать на 10-15 м по сравнению с напором основных насосов для гарантированной возможности закрытия обратных клапанов на напорных трубопроводах основных насосов. Экспериментальные исследования с использованием теории планирования эксперимента позволили получить выражения для расчета полных энергий перед обратными клапанами основных насосов в зависимости от значений полной энергии принимаемого бустерного насоса, дающей возможность рассчитать гидравлические параметры сети при необходимости предотвращения гидравлического удара.

Список литературы

1. Алдошкин, А.А. Совершенствование методов и технических средств ограничения давления в системах водоподачи закрытых оросительных систем / А.А. Алдошкин // Техника и оборудование для села. – 2019. - № 8. – с. 23-27 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39251457

2. Али, М.С. Особенности расчета переходных процессов в водоводах насосных станций в условиях образования разрывов сплошности потока / М.С. Али, Д.С Бегляров, Э.Е. Назаркин // Природообустройство. – 2020. – № 4. – с. 122-128. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44097791

3. Али, М.С. Решение практических задач с использованием модели насосов при переходных режимах в напорных системах / М.С. Али, Д.С Бегляров, А.Ю. Титаева, Е.А. Лентяева // Природообустройство. – 2020. – № 1. – с. 100-103. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43100929

4. Апресян Д.Ш. Совершенствование методов расчета переходных процессов в напорных коммуникациях насосных станций при пуске агрегатов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства, Москва, 2013. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22355025

5. Бегляров, Д.С. Методика расчета переходных процессов в напорных системах водоподачи при пусках насосных агрегатов / Д.С. Бегляров, Д.Ш. Апресян // Природообустройство. – 2012. – № 2. – С. 69-72. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23999905

6. Бегляров, Д.С. Методика расчета переходных процессов с учетом клапанов для пуска и защемления воздуха, и длины зоны разрыва сплошности потока / Д.С. Бегляров, И.Ю. Сахаров // Природообустройство. – 2013. – № 2. – С. 76-79. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19061957

7. Бегляров, Д.С. Расчетно-теоретические исследования переходных процессов в закрытой оросительной системе / Д.С. Бегляров, С.Ю. Переверзев // Природообустройство. – 2012. – № 4. – С. 52-57. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045876

8. Газаров, А.Р. Гидравлический удар в трубопроводах: расчет и предотвращение / А.Р. Газаров, Р.А. Колосов, Е.И. Ховрина // Известия тульского государственного университета. – 2019. - №12. – с. 557-559. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41746252

9. Греков, Д.М. Совершенствование методов расчета переходных процессов в системах водоподачи со стабилизаторами давления: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства, Москва, 2012. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19392040

10. Картвелишвили, Л.Н. Принципы расчета гидравлического удара и их развитие / Л.Н. Картвелишвили // Природообустройство. – 2012. – № 4. – С. 72-77. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045881

11. Лопа, И.В. Расчет прочности трубопровода при гидравлическом ударе / И.В. Лопа, Н.Е. Проскуряков // Известия волгоградского государственного технического университета. – 2017. - № 9. – с. 17-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29953126

12. О расчете избыточного давления в напорных трубопроводах при возникновении гидравлического удара / Е.С Ларина // Новые идеи о науках о земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции "Новые идеи в науках о земле". – Москва, 2019. – с. 476-481. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41371423

13. Сахаров И.В. Совершенствование методов расчета переходных процессов в протяженных водоводах со значительным геодезическим напором: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства, Москва, 2010. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19335392.

14. Abdel-Gawad, Hossam A., Djebedjian B. Modeling water hammer in viscoelastic pipes using the wave characteristic method / Applied Mathematical Modelling. – 2020. - Vol. 83. – p. 322-341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.01.045

15. Karadžić U., Bergant A., Starinac D., Božović B. Water Hammer Investigation of the Shut-Down of a High-Head Hydropower Plant at Very High Reynolds Number Flows / Journal of Mechanical Engineering.- 2019.- Vol. 65 Issue 7/8.- p430-440. DOI: https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6092

16. Qiang G., Jianxu Z., Yongfa L., Xiaolin G., Daohua L., Jian Z. Fluid-Structure Interaction Response of a Water Conveyance System with a Surge Chamber during Water Hammer / Water. – 2020. - Vol 12, Iss 1025. DOI:https://doi.org/10.3390/w12041025

17. Salimi A., Karami H., Farzin S., Hassanvand M., Azad A., Kisi O. Design of water supply system from rivers using artificial intelligence to model water hammer / ISH Journal of Hydraulic Engineering.- 2020.- Vol. 26 Issue 2. – p.153-162. DOI: https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1465366.

18. Yang Z., Zhou L., Dou H., Lu C., Luan X. Water hammer analysis when switching of parallel pumps based on contra-motion check valve / In Annals of Nuclear Energy.- 2020.- Vol. 139. – p. 156-163. DOI:https://doi.org/10.1016/j.anucene.2019.107275.

19. Алдошкин, А.А. Совершенствование методов и технических средств ограничения давления в системах водоподачи закрытых оросительных систем / А.А. Алдошкин // Техника и оборудование для села. – 2019. - № 8. – с. 23-27 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39251457

20. Али, М.С. Особенности расчета переходных процессов в водоводах насосных станций в условиях образования разрывов сплошности потока / М.С. Али, Д.С Бегляров, Э.Е. Назаркин // Природообустройство. – 2020. – № 4. – с. 122-128. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44097791

21. Али, М.С. Решение практических задач с использованием модели насосов при переходных режимах в напорных системах / М.С. Али, Д.С Бегляров, А.Ю. Титаева, Е.А. Лентяева // Природообустройство. – 2020. – № 1. – с. 100-103. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43100929

22. Апресян Д.Ш. Совершенствование методов расчета переходных процессов в напорных коммуникациях насосных станций при пуске агрегатов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства, Москва, 2013. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22355025

23. Бегляров, Д.С. Методика расчета переходных процессов в напорных системах водоподачи при пусках насосных агрегатов / Д.С. Бегляров,

Д.Ш. Апресян // Природообустройство. – 2012. – № 2. – С. 69-72. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23999905

24. Бегляров, Д.С. Методика расчета переходных процессов с учетом клапанов для пуска и защемления воздуха, и длины зоны разрыва сплошности потока / Д.С. Бегляров, И.Ю. Сахаров // Природообустройство. – 2013. – № 2. – С. 76-79. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19061957

25. Бегляров, Д.С. Расчетно-теоретические исследования переходных процессов в закрытой оросительной системе / Д.С. Бегляров, С.Ю. Переверзев // Природообустройство. – 2012. – № 4. – С. 52-57. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045876

26. Газаров, А.Р. Гидравлический удар в трубопроводах: расчет и предотвращение / А.Р. Газаров, Р.А. Колосов, Е.И. Ховрина // Известия тульского государственного университета. – 2019. - №12. – с. 557-559. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41746252

27. Греков, Д.М. Совершенствование методов расчета переходных процессов в системах водоподачи со стабилизаторами давления: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства, Москва, 2012. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19392040

28. Картвелишвили, Л.Н. Принципы расчета гидравлического удара и их развитие / Л.Н. Картвелишвили // Природообустройство. – 2012. – № 4. – С. 72-77. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045881

29. Лопа, И.В. Расчет прочности трубопровода при гидравлическом ударе / И.В. Лопа, Н.Е. Проскуряков // Известия волгоградского государственного технического университета. – 2017. - № 9. – с. 17-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29953126

30. О расчете избыточного давления в напорных трубопроводах при возникновении гидравлического удара / Е.С Ларина // Новые идеи о науках о земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции "Новые идеи в науках о земле". – Москва, 2019. – с. 476-481. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41371423

31. Сахаров И.В. Совершенствование методов расчета переходных процессов в протяженных водоводах со значительным геодезическим напором: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства, Москва, 2010. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19335392.

32. Abdel-Gawad, Hossam A., Djebedjian B. Modeling water hammer in viscoelastic pipes using the wave characteristic method / Applied Mathematical Modelling. – 2020. - Vol. 83. – p. 322-341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.01.045

33. Karadžić U., Bergant A., Starinac D., Božović B. Water Hammer Investigation of the Shut-Down of a High-Head Hydropower Plant at Very High Reynolds Number Flows / Journal of Mechanical Engineering.- 2019.- Vol. 65 Issue 7/8.- p430-440. DOI: https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6092

34. Qiang G., Jianxu Z., Yongfa L., Xiaolin G., Daohua L., Jian Z. Fluid-Structure Interaction Response of a Water Conveyance System with a Surge Chamber during Water Hammer / Water. – 2020. - Vol 12, Iss 1025. DOI:https://doi.org/10.3390/w12041025

35. Salimi A., Karami H., Farzin S., Hassanvand M., Azad A., Kisi O. Design of water supply system from rivers using artificial intelligence to model water hammer / ISH Journal of Hydraulic Engineering.- 2020.- Vol. 26 Issue 2. – p.153-162. DOI: https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1465366.

36. Yang Z., Zhou L., Dou H., Lu C., Luan X. Water hammer analysis when switching of parallel pumps based on contra-motion check valve / In Annals of Nuclear Energy.- 2020.- Vol. 139. – p. 156-163. DOI:https://doi.org/10.1016/j.anucene.2019.107275.

USING A BOOSTER PUMP AS AN ADDITIONAL PUMP UNIT FOR EXTINGUISHING HYDRAULIC SHOCK IN PRESSURE PIPES

Shiryaev Vadim N., *chief engineer Research Institute «Energohydromyech», vadik334@mail.ru*

Urzhumova Yulia S., *candidate of technical science, associate professor of «Land Reclamation» Department, urzhumovay@mail.ru*

Tarasyants Sergey A., *doctor of technical science, professor of "Water Supply and Utilization of Water Resources" Department, starasyancz@mail.ru*

Shiryaeva Natalia O., *post-graduate student of of «Land Reclamation» Department, n.shiryaeva61@yandex.ru*

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Agrarian University"

Problem and purpose. The purpose of this work is field experimental studies on the use of a booster pump as an additional pumping unit when extinguishing a water hammer in pressure lines at Mezhdurechye pumping station of Izobilnensk branch of Stavropolmeliovodkhoz management, for which a theoretical calculation was previously carried out in order to stop the main pumping stations units without the use of additional traditional devices - hydraulic shock absorbers.

Methodology. *To achieve the research purpose and answer the research questions, the actual value of the apparent energy in the pipelines was experimentally determined for various operational options of the network. Experimental determination of the potential energy value in front of the check valve of the main pumping unit was carried out using the theory of experiment planning. As factors were taken: potential energy in suction lines of the main and additional pumps , determined by the vacuum gauge; potential energy in the pressure line of additional pump , determined by the pressure gauge; potential energy in the pressure line of main*

pump , determined by a pressure gauge and regulated by a gate valve.
Results. *The processing of the results of the group of experiments carried out made it possible to obtain the dependence of the potential energy value in the pressure distribution line before the check valve of the main pump on the values of potential energy in the pressure line of the booster pump and the pressure line of the main pump.*
Conclusion. *In the course of research, it was found that when selecting a brand of a pump, taken as a booster, the water head, regardless of the flow, should be 10-15 m higher compared to the water head of the main pumps, in order to ensure the possibility of closing the check valves on the pressure lines before stopping the main pumps.*

Key words: *main pump unit, booster pump, suction line, pressure line, potential energy, kinetic energy, apparent energy, hydraulic shock.*

Literatura

1. *Aldoshkin, A.A. Sovershenstvovanie metodov i tekhnicheskih sredstv ogranicheniya davleniya v sistemah vodopodachi zakrytyh orositel'nyh sistem / A.A. Aldoshkin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. - № 8. – s. 23-27 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39251457*
2. *Ali, M.S. Osobennosti rascheta perekhodnyh processov v vodovodah nasosnyh stancij v usloviyah obrazovaniya razryvov sploshnosti potoka / M.S. Ali, D.S Beglyarov, E.E. Nazarkin // Prirodoobustrojstvo. – 2020. – № 4. – s. 122-128. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44097791*
3. *Ali, M.S. Reshenie prakticheskih zadach s ispol'zovaniem modeli nasosov pri perekhodnyh rezhimah v napornyh sistemah / M.S. Ali, D.S Beglyarov, A.YU. Titaeva, E.A. Lentyaeva // Prirodoobustrojstvo. – 2020. – № 1. – s. 100-103. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43100929*
4. *Apresyan D.SH. Sovershenstvovanie metodov rascheta perekhodnyh processov v napornyh kommunikaciyah nasosnyh stancij pri puske agregatov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva, Moskva, 2013. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22355025*
5. *Beglyarov, D.S. Metodika rascheta perekhodnyh processov v napornyh sistemah vodopodachi pri puskah nasosnyh agregatov / D.S. Beglyarov, D.SH. Apresyan // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 2. – S. 69-72. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23999905*
6. *Beglyarov, D.S. Metodika rascheta perekhodnyh processov s uchetom klapanov dlya puska i zashchemleniya vozduha, i dliny zony razryva sploshnosti potoka / D.S. Beglyarov, I.YU. Saharov // Prirodoobustrojstvo. – 2013. – № 2. – S. 76-79. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19061957*
7. *Beglyarov, D.S. Raschetno-teoreticheskie issledovaniya perekhodnyh processov v zakrytoj orositel'noj sisteme / D.S. Beglyarov, S.YU. Pereverzev // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 4. – S. 52-57. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045876*
8. *Gazarov, A.R. Gidravlicheskij udar v truboprovodah: raschet i predotvrashchenie / A.R. Gazarov, R.A. Kolosov, E.I. Hovrina // Izvestiya tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2019. - №12. – s. 557-559. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41746252*
9. *Grekov, D.M. Sovershenstvovanie metodov rascheta perekhodnyh processov v sistemah vodopodachi so stabilizatorami davleniya: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva, Moskva, 2012. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19392040*
10. *Kartvelishvili, L.N. Principy rascheta gidravlicheskogo udara i ih razvitie / L.N. Kartvelishvili // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 4. – S. 72-77. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045881*
11. *Lopa, I.V. Raschet prochnosti truboprovoda pri gidravlicheskom udare / I.V. Lopa, N.E. Proskuryakov // Izvestiya volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017. - № 9. – s. 17-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29953126*
12. *O raschete izbytochnogo davleniya v napornyh truboprovodah pri vozniknovenii gidravlicheskogo udara / E.S Larina // Novye idei o naukah o zemle : Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Novye idei v naukah o zemle". – Moskva, 2019. – s. 476-481. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41371423*
13. *Saharov I.V. Sovershenstvovanie metodov rascheta perekhodnyh processov v protyazhennyh vodovodah so znachitel'nym geodezicheskim naporom: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva, Moskva, 2010. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19335392.*
14. *Abdel-Gawad, Hossam A., Djebedjian B. Modeling water hammer in viscoelastic pipes using the wave characteristic method / Applied Mathematical Modelling. – 2020. - Vol. 83. – p. 322-341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.01.045*
15. *Karadžić U., Bergant A., Starinac D., Božović B. Water Hammer Investigation of the Shut-Down of a High-Head Hydropower Plant at Very High Reynolds Number Flows / Journal of Mechanical Engineering.- 2019.- Vol. 65 Issue 7/8.- p430-440. DOI: https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6092*
16. *Qiang G., Jianxu Z., Yongfa L., Xiaolin G., Daohua L., Jian Z. Fluid-Structure Interaction Response of a Water Conveyance System with a Surge Chamber during Water Hammer / Water. – 2020. - Vol 12, Iss 1025. DOI:https://doi.org/10.3390/w12041025*
17. *Salimi A., Karami H., Farzin S., Hassanvand M., Azad A., Kisi O. Design of water supply system from rivers using artificial intelligence to model water hammer / ISH Journal of Hydraulic Engineering.- 2020.- Vol. 26 Issue 2. – p.153-162. DOI: https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1465366.*

18. Yang Z., Zhou L., Dou H., Lu C., Luan X. Water hammer analysis when switching of parallel pumps based on contra-motion check valve / In Annals of Nuclear Energy.- 2020.- Vol. 139. – r. 156-163. DOI:https://doi.org/10.1016/j.anucene.2019.107275.

19. Aldoshkin, A.A. Sovershenstvovanie metodov i tekhnicheskih sredstv ogranicheniya davleniya v sistemah vodopodachi zakrytyh orositel'nyh sistem / A.A. Aldoshkin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. - № 8. – s. 23-27 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39251457

20. Ali, M.S. Osobennosti rascheta perekhodnyh processov v vodovodah nasosnyh stancij v usloviyah obrazovaniya razryvov sploshnosti potoka / M.S. Ali, D.S Beglyarov, E.E. Nazarkin // Prirodoobustrojstvo. – 2020. – № 4. – s. 122-128. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44097791

21. Ali, M.S. Reshenie prakticheskih zadach s ispol'zovaniem modeli nasosov pri perekhodnyh rezhimah v napornyh sistemah / M.S. Ali, D.S Beglyarov, A.YU. Titaeva, E.A. Lentyaeva // Prirodoobustrojstvo. – 2020. – № 1. – s. 100-103. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43100929

22. Apresyan D.SH. Sovershenstvovanie metodov rascheta perekhodnyh processov v napornyh kommunikaciyah nasosnyh stancij pri puske agregatov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva, Moskva, 2013. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22355025

23. Beglyarov, D.S. Metodika rascheta perekhodnyh processov v napornyh sistemah vodopodachi pri puskah nasosnyh agregatov / D.S. Beglyarov, D.SH. Apresyan // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 2. – S. 69-72. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23999905

24. Beglyarov, D.S. Metodika rascheta perekhodnyh processov s uchetom klapanov dlya puska i zashchemleniya vozduha, i dliny zony razryva sploshnosti potoka / D.S. Beglyarov, I.YU. Saharov // Prirodoobustrojstvo. – 2013. – № 2. – S. 76-79. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19061957

25. Beglyarov, D.S. Raschetno-teoreticheskie issledovaniya perekhodnyh processov v zakrytoj orositel'noj sisteme / D.S. Beglyarov, S.YU. Pereverzev // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 4. – S. 52-57. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045876

26. Gazarov, A.R. Gidravlicheskij udar v truboprovodah: raschet i predotvrashchenie / A.R. Gazarov, R.A. Kolosov, E.I. Hovrina // Izvestiya tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2019. - №12. – s. 557-559. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41746252

27. Grekov, D.M. Sovershenstvovanie metodov rascheta perekhodnyh processov v sistemah vodopodachi so stabilizatorami davleniya: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva, Moskva, 2012. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19392040

28. Kartvelishvili, L.N. Principy rascheta gidravlicheskogo udara i ih razvitie / L.N. Kartvelishvili // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 4. – S. 72-77. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18045881

29. Lopa, I.V. Raschet prochnosti truboprovoda pri gidravlicheskom udare / I.V. Lopa, N.E. Proskuryakov // Izvestiya volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017. - № 9. – s. 17-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29953126

30. O raschete izbytochnogo davleniya v napornyh truboprovodah pri vozniknovenii gidravlicheskogo udara / E.S Larina // Novye idei o naukah o zemle : Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Novye idei v naukah o zemle". – Moskva, 2019. – s. 476-481. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41371423

31. Saharov I.V. Sovershenstvovanie metodov rascheta perekhodnyh processov v protyazhennyh vodovodah so znachitel'nym geodezicheskim naporom: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva, Moskva, 2010. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19335392.

32. Abdel-Gawad, Hossam A., Djebedjian B. Modeling water hammer in viscoelastic pipes using the wave characteristic method / Applied Mathematical Modelling. – 2020. - Vol. 83. – p. 322-341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.01.045

33. Karadžić U., Bergant A., Starinac D., Božović B. Water Hammer Investigation of the Shut-Down of a High-Head Hydropower Plant at Very High Reynolds Number Flows / Journal of Mechanical Engineering.- 2019.- Vol. 65 Issue 7/8.- p430-440. DOI: https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6092

34. Qiang G., Jianxu Z., Yongfa L., Xiaolin G., Daohua L., Jian Z. Fluid-Structure Interaction Response of a Water Conveyance System with a Surge Chamber during Water Hammer / Water. – 2020. - Vol 12, Iss 1025. DOI:https://doi.org/10.3390/w12041025

35. Salimi A., Karami H., Farzin S., Hassanvand M., Azad A., Kisi O. Design of water supply system from rivers using artificial intelligence to model water hammer / ISH Journal of Hydraulic Engineering.- 2020.- Vol. 26 Issue 2. – p.153-162. DOI: https://doi.org/10.1080/09715010.2018.1465366.

36. Yang Z., Zhou L., Dou H., Lu C., Luan X. Water hammer analysis when switching of parallel pumps based on contra-motion check valve / In Annals of Nuclear Energy.- 2020.- Vol. 139. – r. 156-163. DOI:https://doi.org/10.1016/j.anucene.2019.107275.