Том 13, № 3, '2021

ISSN 2077-2084

DOI 10.36508|RSATU.2021.20.97.019

Вестник

Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

12+

ВЕСТНИК
РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени П. А. КОСТЫЧЕВА

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

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

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

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

***06.01.01** – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки)*

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

***06.01.04** – Агрохимия (сельскохозяйственные науки)*

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

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

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

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

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

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

Том 13 № 3, 2021

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

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

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

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

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

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

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

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 № 1491. Дата выхода в свет 30.09.2021 г.

Регистрационная запись СМИ ПИ № ФС77-51956, зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 29 ноября 2012 г.
Отпечатано в Издательстве ФГБОУ ВО РГАТУ. Адрес 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
Tom 13 # 3 2021
Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

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

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

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

Editorial Staff:
Agricultural Science

L. D. Varlamova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. A. Gabibov, 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

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. 1491. Date of publication
Date of publication. 30.09.2021

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

БЫСТРОВА И. Ю., КОЛЧАЕВА И. Н. *ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕВОДНЫХ ПОДКОРМОК В ПЧЕЛОВОДСТВЕ* 5

ГАГАРИН Е. М., ЦЫГАНОК В. О., ГЛАЗУНОВА Л. А., БОЙКО Е. Г., КАБИЦКАЯ Я. А*. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА, ПРИМЕНЯЕМОГО В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ КОНСОЛИДАЦИИ ДАННЫХ ПО РЕГИОНУ* 11

КОНЯЕВ Е. Р., КОСТИН Я. В., ЗАХАРОВА О. А., ТРОЦ Н. М. *ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯЧМЕНЬ* 19

КУКУШКИНА Т. Р., САЙТХАНОВ Э. О., НОВИКОВ Н. М. *СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ «ДЕЛЬЦИД» И «КРЕОЛИН» ПРИ МЕЛОФАГОЗЕ ОВЕЦ* 26

КУЛАКОВ В. В., ФЕДОСОВА О. А., УЛИВАНОВА Г. В., КАРЕЛИНА О. А., САЙТХАНОВ Э. О. *АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАТИПИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА* 33

ЛЕВИН В. И., АНТИПКИНА Л. А., ЕРОФЕЕВА Т. В. *АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОСТА ИЗ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯЧМЕНЯ* 41

ЛУПОВА Е. И. *ПРОДУКТИВНОСТЬ РАПСА ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ* 48

МИХАЙЛОВ Н. С., СЕМЕНОВ В. Г., ГЛАДКИХ Л. П., НИКИТИН Д. А. *ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИММУНОТРОПНЫХ ПРЕПАРАТОВ СЕРИИ PIGSTIM В ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ ПОСЛЕРОДОВОГО ПЕРИОДА СВИНОМАТОК* 55

НАУМЦЕВА К. В. *НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ* 62

САВИНА О. В. *ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ РАБОТ* 68

СЕМЕНОВ В. Г., ОНЕГОВ А. В., СТРЕЛЬНИКОВ А. И. *СВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО БЕЛКА В МОЛОКЕ КОБЫЛ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ ПОРОД С ГРУППАМИ КРОВИ, АЛЛЕЛЯМИ И АНТИГЕНАМИ ЭРИТРОЦИТОВ* 75

УШАКОВ Р. Н., РУЧКИНА А. В., ЕЛИЗАРОВ А. О. *К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ* 85

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

БОГДАНЧИКОВ И. Ю., БАЧУРИН А. Н., ЕСЕНИН М. А., МАРТЫШОВ А. И. *РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В АГРЕГАТЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТЕ УДОБРЕНИЯ* 92

ЖБАНОВ Н. С., КОДИРОВ С. Т., КОСТЕНКО М. Ю., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., КОСТЕНКО Н. А. *ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОДБРАСЫВАНИИ НА ПОЛОТНЕ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ПРУТКОВ* 99

УСОЛЬЦЕВ А. А., ПАНОВА А. А., ЮХИН И. А., ГОЛИКОВ А. А. *СНИЖЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ* 105

УСПЕНСКИЙ И. А., ЛИМАРЕНКО Н. В., РАКУЛ Е. А., ЮХИН И. А., ВОРОБЬЕВ Д. А*. ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК* 111

УСПЕНСКИЙ И. А., ФАДЕЕВ И. В., ШЕМЯКИН А. В., ЛИМАРЕНКО Н. В., АНТОНЕНКО М. В. *АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВЬ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ТЕХНИКУ* 119

ЯКОВЛЕВ Д. А., БЕЛЯЕВ В. И. *ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ* 129

Content

AGRICULTURAL SCIENCE

BYSTROVA I. Y., KOLCHAEVA I. N. THE USE OF PROTEIN-VITAMIN COMPLEX FOR ENRICHMENT OF CARBOHYDRATED FEEDINGS IN BEEKEEPING 5

GARANIN E. M., TSYGANOK V. O., GLAZUNOVA L. A., BOYKO E. G., KABITSKAYA Y.A. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SOFTWARE FOR MANAGEMENT OF DAIRY LIVESTOCK APPLIED IN THE TYUMEN REGION AND THE PROSPECTS FOR CREATING A CENTRALIZED DATA CONSOLIDATION PLATFORM FOR THE REGION 11

KONYAEV E. R., KOSTIN Y. V.,ZAKHAROVA O. A., TROTS N. M. ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF BIO-MODIFIED MINERAL FERTILIZERS FOR BARLEY 19

KUKUSHKINA T. R., SAITKHANOV E. O., NOVIKOV N. M. COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PREPARATIONS "DELCID" AND "CREOLIN" WHEN MELOFAGOSIS OF SHEEP 26

KULAKOV V. V., FEDOSOVA O. A., ULIVANOVA G. V., KARELINA O. A., SAITKHANOV E. O., ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PARATYPIC FACTORS ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COW'S MILK WHEN PRODUCTION INTENSIFICATION 33

LEVIN V. I., ANTIPKINA L. A., EROFEEVA T. V. AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF COMPOST FROM WASTE WATER SEDIMENT WHEN GROWING BARLEY 41

LUPOVA E. I. PRODUCTIVITY OF SPRING RAPE IN CONDITIONS OF THE SOUTHERN PART OF THE NON-BLACK EARTH ZONE 48

MIKHAILOV N. S., SEMENOV V. G., GLADKIKH L. P., NIKITIN D. A. THE EFFECTIVENESS OF PIGSTIM SERIES IMMUNOTROPIC PREPARATION IN THE PREVENTION OF DISEASES OF THE POSTPARTUM PERIOD OF SOWS 55

NAUMTSEVA K. V. NON-ROOT TOP DRESSING IN AGROCENOSES OF WHITE MUSTARD IN THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA 62

SAVINA O. V. THE CHANGE IN PHYSICAL AND AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL DURING LAND WORKS 68

SEMENOV V. G., ONEGOV A. V., STRELNIKOV A. I. RELATIONSHIP OF TOTAL PROTEIN CONTENT IN MILK OF HEAVY BREED MALES WITH BLOOD GROUPS, ALLELES AND ANTIGENS OF ERYTHROCYTES 75

USHAKOV R. N., RUCHKINA A. V., ELIZAROV A. O. ON THE ISSUE OF INFORMATION MANAGEMENT OF SOIL FERTILITY 85

TECHNICAL SCIENCE

BOGDANCHIKOV I. Y.., BACHURIN A.N., YESENIN M. A., MARTYSHOV A. I. RESULTS OF FIELD TESTS OF LEVELLING DEVICE IN UNIT FOR RECYCLING OF NON-GRAIN PART OF CROP AS FERTILIZER 92

ZHBANOV N. S., KODIROV S. T., KOSTENKO M. Y., REMBALOVICH G. K., KOSTENKO N. A. STUDY OF TRAJECTORIES OF MOTION OF POTATO STROBES WHILE TOKEN ON A BLANKET FROM COMPOSITE BARS 99

USOLTSEV A. A.,PANOVA A. A., YUKHIN I. A., GOLIKOV A. I. REDUCTION OF DAMAGE TO AGRICULTURAL PRODUCTS DURING TRANSPORTATION 105

USPENSKIY I. A., LIMARENKO N. V., RAKUL E. A., YUKHIN I. A.,VOROBYOV D. A. PROBABLE MODEL FOR PREDICTION OF BRAKE PAD WEAR 111

USPENSKIY I. A., FADEEV I. V., SHEMYAKIN A. V., LIMARENKO N. V., ANTONENKO M. V. ANALYSIS OF THE IMPACT FACTORS OF DETERGENTS ON AGRICULTURAL MACHINERY 119

IAKOVLEV D.A., BELYAEV V. I. SEEDING UNITS PARAMETERS AND OPERATING MODES THEORETICAL JUSTIFICATION IN DIFFERENT SOIL MOISTURE CONDITIONS 129

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 638.144 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.67.80.001***

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕВОДНЫХ ПОДКОРМОК В ПЧЕЛОВОДСТВЕ

БЫСТРОВА Ирина Юрьевна, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ibystrova66@mail.ru*

КОЛЧАЕВА Ирина Николаевна, *мл. научн. сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства», anikanova1994@mail.ru*

Проблема и цель. *Целью исследований явилось изучение влияния углеводных подкормок, обогащенных белково-витаминным комплексом, на развитие пчелиных семей.*

Методология. *Для достижения цели исследования проводились на опытной группе пчелиных семей экспериментальной пасеки ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства». Были сформированы 4 группы по 5 пчелиных семей в каждой. Подбор пчелиных семей производился по принципу пар-аналогов с учетом года происхождения маток, все пчелиные матки были 2019 г. Пчелам первой опытной группы в качестве подкормки давали сахарный сироп, второй группы – инвертированный сироп. В третьей группе пчел подкармливали инвертированным сиропом, обогащенным 5 % белково-витаминным комплексом (далее БВК), в четвертой – инвертированным сиропом, обогащенным 10 % БВК. В течение опыта производили учет основных показателей пчелиных семей.*

Результаты. *Результаты настоящего исследования показали, что углеводные подкормки пчелиных семей, обогащенные БВК на основе ферментолизата пыльцевой обножки, положительно влияют на развитие пчелиных семей, а также на их подготовку к зимовке.*

Заключение*. Наиболее эффективной подкормкой оказался инвертированный сироп с добавлением 10 % БВК. Среднесуточная яйценоскость маток в первой группе отличалась на 10,45 % по сравнению с последней группой. Разница в темпе роста пчелиной семьи между первой и четвертой группами составила 43,58 %. Степень развития гипофарингеальных желез у пчел первой группы оказалась меньше в 3,4 раза по сравнению с показателем в четвертой группе.*

Ключевые слова: *углеводные подкормки, медоносная пчела, пыльцевая обножка, гипофарингеальные железы, ферментолизат пыльцевой обножки*

Введение

Медоносная пчела принадлежит к насекомым с узкоспециализированным питанием. Эти социальные насекомые находятся в тесных отношениях с окружающей средой, которую они используют обычно в симбиотическом обмене пищи для опыления. Для оптимального развития пчелиных семей необходим полноценный корм. Широкое применение в последнее время получают биостимуляторы, которые дают реальные возможности на развитие и рост пчелиных семей и тем самым открывают интересные перспективы развития отрасли. Развитие пчелиных семей зависит от целого ряда биотических и абиотических факторов: качества пчелиной матки, силы семьи после выхода из зимовки и наличия корма, углеводного и белкового. В весенний период развитие семьи напрямую зависит от продуктивности пчелиной матки, которая оценивается по яйценоскости [11,2,3]. Для выращивания расплода недостаточно кормить пчелиные семьи сахарным сиропом. Для увеличения эффективности корма нужно к нему примешивать добавки, повышающие его питательность.

В настоящее время проведено много работ по использованию инвертированных сиропов, замене ими сахарного сиропа, а также по влиянию различных подкормок на яйценоскость пчелиных маток [4]. Группы зарубежных исследователей отметили отрицательное влияние на продолжительность жизни и физиологическое состояние пчел-кормилиц подкормок сахарным сиропом без добавок. При проведении исследований они отметили важность микроэлементов, которые поступают в корм из пыльцы. Обеспечение оптимального питания является перспективным способом влияния на здоровье [8,9]. Результаты исследований Винсента А. Рикильяно и Майкла Симоне-Финстром показывают, что спирулина имеет значительный потенциал в качестве кормовой добавки или замены пыльцы благодаря ее питательному содержанию и влиянию на физиологию пчелы среднего возраста. Эта оценка основана на экспериментах с лабораторно-воспитанными пчелами и, как таковая, обеспечивает положительное воз-

© Быстрова И. Ю., Колчаева И. Н., 2021г.

действие на рабочих пчел [10,16].

Также известна потребность пчел в белке, как пластичном материале для обеспечения собственных нужд организма до семидневного возраста. Только что вышедшие молодые пчелы потребляют в первые дни жизни очень много пыльцы, благодаря чему у них развиваются железы, вырабатывающие пчелиное молочко и воск, и жировое тело, от развития которого зависит продолжительность их жизни.

Франсуа Дюклоз и Дидье Краузер выявили связь между белково-пищевым питанием и иммунитетом у медоносных пчел и подчеркивают важнейшую роль наличия ресурсов в их здоровье. Кроме того, существует ряд экологических факторов, влияющих как на кормление медоносных пчел, так и на питание, которым можно манипулировать. Например, потребности в питании медоносных пчел меняются с возрастом – личинки требуют большого количества белка, в то время как взрослые особи рабочих пчел питаются главным образом углеводами [12,13,14]. Секреторная деятельность гипофарингеальных желез рабочих пчел не может быть обеспечена при питании только сахарным сиропом или медом. При недостатке белка, источником которого является пыльца, гипофарингеальные железы пчел довольно быстро истощаются; недостаток пыльцы, который может быть в любое время года, тормозит рост и развитие пчелиных семей и их продуктивность [15,5].

Объекты и методы

Цель нашего исследования заключалась в определении степени влияния обогащенных углеводных подкормок на развитие пчелиных семей в течение сезона. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: в течение активного периода проследить за развитием пчелиных семей, а также выяснить влияние различных углеводных подкормок на среднесуточную яйценоскость пчелиных маток, количество выращиваемого расплода рабочими пчелами, и физиологические показатели рабочих пчел.

В качестве компонента для обогащения углеводных подкормок был выбран ферментолизат пыльцевой обножки. Из пыльцы извлекают водорастворимый БВК, в состав которого входят витамины группы В, витамин С, флавоноиды, микро- и макроэлементы, свободные аминокислоты, ферменты, в том числе инвертаза, пептиды и прочие биологически активные вещества [6].

Для проведения опыта были сформированы 4 группы по 5 пчелиных семей в каждой. Подбор пчелиных семей производился по принципу параналогов с учетом года происхождения маток. Все пчелиные матки были 2019 г. Опыт проводился дважды в течение сезона – в мае и августе перед подготовкой пчелиных семей к зимовке. На протяжении опыта учитывали соответствующие показатели: сила пчелиной семьи определялась количеством улочек, занятых пчелами; запас углеводных кормов в семье – путем взвешивания медовых рамок с последующим вычетом массы рамки (светлая рамка весит 400 г, темная рамка – 600 г.). На рамке с расплодом количество меда устанавливали по занимаемой им площади, учитывая, что рамка, занятая медом, весит 3,5 кг. Количество перги (белковых запасов) определяли, подсчитывая количество квадратов рамки-сетки, занимаемых пергой; с помощью рамки-сетки определяли количество печатного расплода. Среднесуточную яйценоскость маток определяли 1 раз в три дня подсчетом яиц в семье при помощи рамки-сетки по числу квадратов, (1 квадрат 5х5 см вмещает 100 ячеек) и последующим делением полученных данных на 3; летную активность пчел подсчитывали с помощью видеофиксации в течение трех минут прилетающих пчел в период активного лета (с 10 до 11 ч).

Для контроля физиологического состояния рабочих пчел были отобраны генетически однородные пчелы и помечены в количестве 300 штук для каждой семьи. Степень развития гипофарингеальных желез определяли по шкале Гессе; степень развития жирового тела – по А. Маурицио, пробы отбирались от каждой семьи в количестве 30 шт. Раздача углеводных подкормок опытным семьям осуществлялась по 2 л. во внутриулевых кормушках каждые 3 дня по схеме: первая группа – сахарный сироп (далее С.С.); вторая группа – инвертированный сироп (далее И.С.); третья группа – инвертированный сироп + 5 %-й БВК (далее И.С. + 5 % БВК); четвертая группа – инвертированный сироп + 10 %-й БВК (далее И.С. + 10 % БВК [1,3,7].

Экспериментальная часть

В течение опыта среднесуточная яйценоскость маток в опытных группах менялась в зависимости от потребляемого корма. Так, в начале опыта этот показатель во всех группах был примерно на одном уровне. На третий учет уровень яйценоскости пчелиных маток по группам стал различаться (рис. 1).

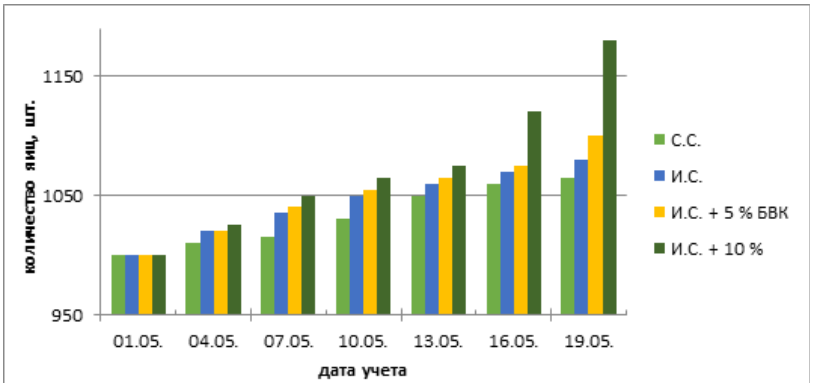


Рис. 1 – Среднесуточная яйценоскость маток в опытных группах

Как видно из рисунка 1, в группе пчелиных семей, потреблявших сахарный сироп, яйценоскость маток была меньше, чем в группе семей, получавших инвертированный сироп с добавлением белково-витаминного комплекса.

Связано это с тем, что на переработку сахарного сиропа рабочие пчелы затрачивают больше энергии, и, как следствие, быстрее изнашиваются их гипофарингеальные железы и снижается количество выкармливаемого ими расплода (рис. 2). Учет количества печатного расплода показывает, что группы пчелиных семей, в рацион которых входил инвертированный сироп с добавками различной концентрации, развивались заметно лучше, чем группы пчелиных семей, в рацион которых входил сахарный сироп и инвертированный сироп без добавок. Разница в количестве печатного расплода в конце опыта составила 43,6 % между 1 и 4 группами. При этом различие между 2 и 4 группой составили всего 12,8 %. Стоит отметить, что в течение опыта от групп, подкармливаемых И.С.+ 5 % БВК и И.С.+ 10 % БВК, отбирались рамки с расплодом для развития отводков.

На протяжении всего опыта для контроля физиологического состояния рабочих пчел были отобраны меченые пчелы. Степень развития гипофарингеальных желез была на 0,6 балла меньше в первой группе по сравнению с другими опытными группами. Степень развития жирового тела была на 1,2 балла меньше в первой группе по сравнению с четвертой опытной группой.

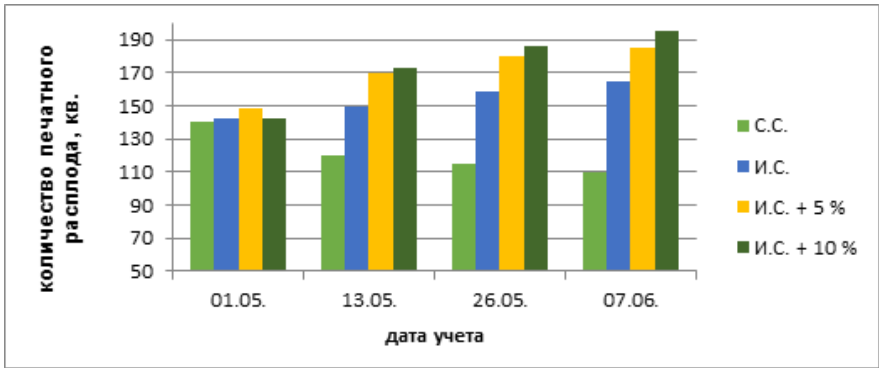


Рис. 2 – Количество печатного расплода в течение опыта

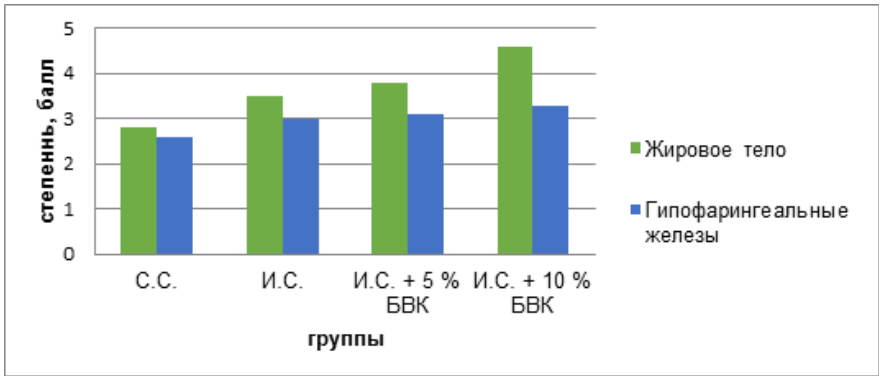


Рис. 3 – Степень развития жирового тела и гипофарингеальных желез рабочих пчел (май)

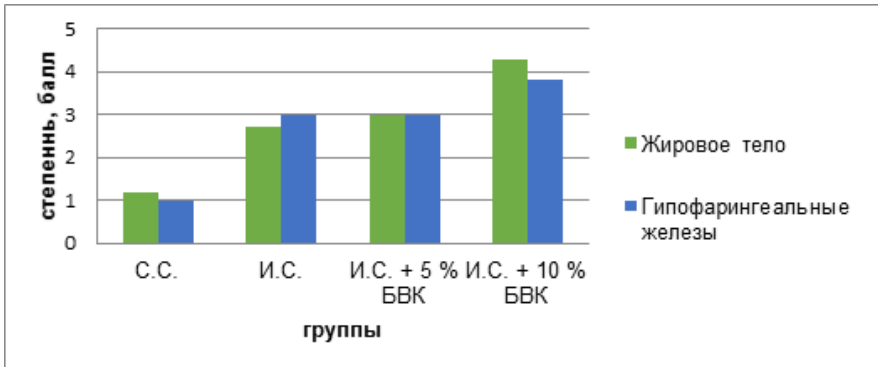


Рис. 4 – Степень развития жирового тела и гипофарингеальных желез рабочих пчел (август)

Из полученных данных следует, что гипофарингеальные железы и жировое тело рабочих особей групп пчелиных семей, потреблявших инвертированный сироп с добавлением белково-витаминного комплекса из пыльцевой обножки различной концентрации, не изнашивались. В группе пчели-

ных семей, потреблявших сахарный сироп, износ гипофарингеальных желез был заметен больше всего, так как рабочим пчелам приходилось расходовать больше ферментов на переработку сиропа. Углеводные подкормки, обогащенные ферментолизатом пыльцевой обножки, в свою очередь, повышают степень развития жирового тела. Средняя летная активность пчелиных семей по группам за опыт представлена на рисунках 5 и 6.

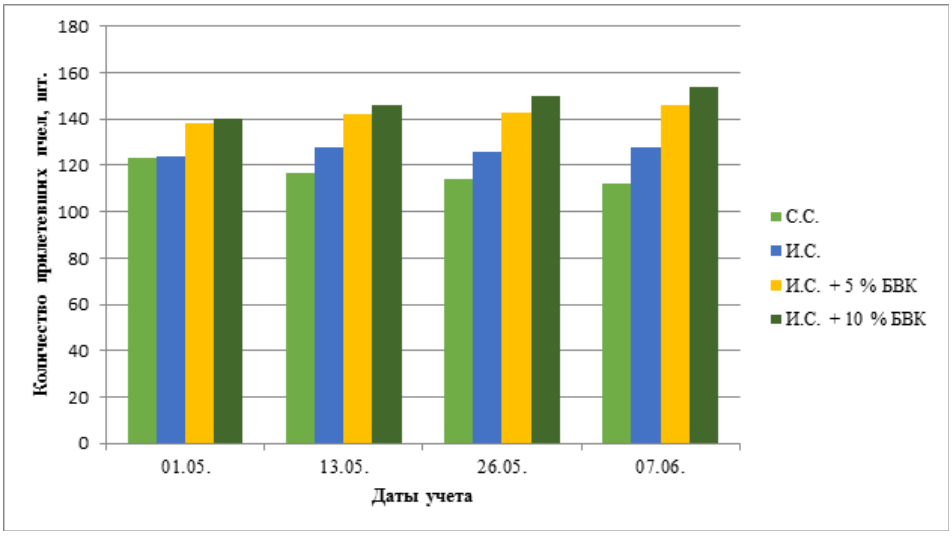


Рис. 5 – Летная активность пчел в опытных группах по датам учета

Группа пчелиных семей, в рацион которых входил сахарный сироп, отличалась наименьшей летной активностью; наибольшая летная активность была в группе пчелиных семей, в рацион которых входил инвертированный сироп с добавлением белково-витаминного комплекса концентрацией 10 %. Группа пчелиных семей, в рацион которых входил инвертированный сироп с добавлением белково-витаминного комплекса концентрацией 5 %, занимает промежуточное положение по летной активности между второй и четвертой группами. Группа пчелиных семей, потреблявших инвертированный сироп без добавок, отличалась лучшей летной активностью по сравнению с группой семей, потреблявших сахарный сироп. Подобное различие в летной активности опытных групп связано с питательностью корма. В группах, которые получали обогащенные подкормки на основе пыльцевой обножки, содержащей необходимые аминокислоты, обеспечивается готовность пчел-сборщиц к сбору нектара и продолжительному полету. Полученные данные показывают, что семьи из третьей и четвертой групп были подготовлены к медосбору в лучшей степени.

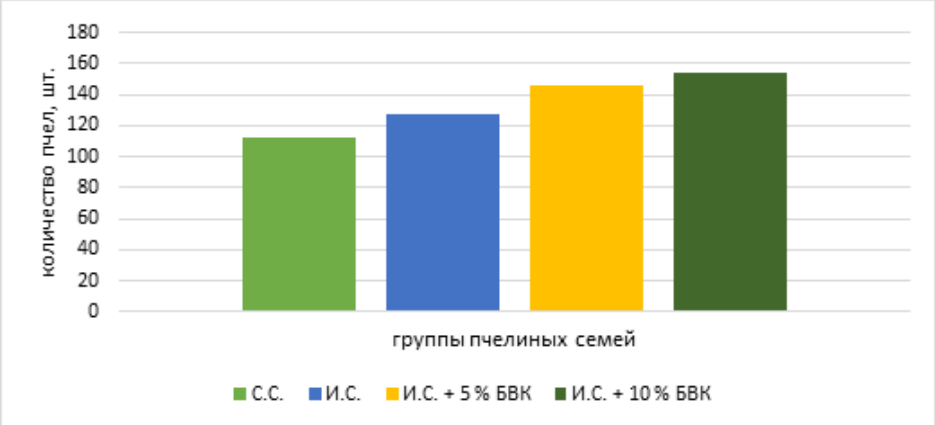


Рис. 6 – Летная активность пчел в опытных группах

Результаты и выводы

1. Среднесуточная яйценоскость пчелиных маток в опытных группах отличалась значительно. Первая группа, в рацион которой входил чистый сахарный сироп, отличалась по данному показателю на 10,45% в меньшую сторону по сравнению с последней группой, которой скармливали инвертированный сироп, обогащенный 10 % БВК на основе пыльцевой обножки.

2. Обогащение углеводных подкормок влияет также на темп роста пчелиной семьи, так как от поступления питательных веществ с кормом зависит количество выращиваемого расплода пчелами-кормилицами. Семьи, питавшиеся сахарным сиропом, развивались на 43,58 % медленнее по сравнению с семьями, получавшими питательные подкормки.

3. Летная активность пчелиных семей, которые

потребляли обогащенные подкормки, оказалась заметно больше, что свидетельствует о лучшей подготовленности к медосбору.

4. Потребление углеводных подкормок рабочими особями влияет на их физиологическое состояние, от которого зависит не только возможность выращивать расплод, но и наращивание силы семьи перед зимовкой. Одним из показателей подготовленности пчелиной семьи к зимовке является степень развития жирового тела. Экспериментальным путем было установлено, что только последняя группа пчелиных семей благополучно перезимует.

Список литературы

1. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве / Рос. акад. с.-х. наук. Гос. учреждение "Науч.-исслед. ин-т пчеловодства"; [А.В. Бородачёв и др.]. - Рыбное : Гос. учреждение "Науч.-исслед. ин-т пчеловодства", 2002. - 156 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 5-900205-35-5. URL: https://search.rsl.ru/ru/search#q=Методы%20проведения%20научноисследовательских%20работ%20в%20пчеловодстве

2. Лебедев, В. И. Биология медоносной пчелы: учебник и практикум для вузов / В. И. Лебедев, Н. Г. Билаш. – 3-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10630-5. –Текст : электронный // ЭБС Юрайт. URL: https://urait.ru/bcode/475693

3. Новое в пчеловодстве [Текст] : - Москва :Сельхозгиз, 1958. - 446 с. : ил.;URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006178294

4. Шишканов, Д.В.Стимулирование развития семей пчел / Д.В. Шишканов, И.Ю. Верещака // Пчеловодство. – 2004 – № 8. – С 14-15.URL: https: //beejournal.ru/razvedenie-i-soderzhanie/3298-stimulirovanie-razvitiya-semej-pchel

5. Ярошевич, Г.С. Влияние биологически активных веществ на репродуктивную функцию пчелиных маток в весенний период развития пчел в зависимости от медосбора/ Г. С. Ярошевич, Г. С. Мазина, А. А. Кузьмин // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. - 2020. – № 61. – С. 130-138 DOI: 10.24411/2078-1318-2020-14130

6. Патент на изобретение № 2615821 А23К50/90 Углеводный корм для пчел и способ получения углеводного корма для пчел. РФ / Н. Г. Билаш, С. С. Сокольский, заявл. 28.12.2015. опубл. 04.11.2017. Бюл. № 11. 2с. URL: https: //patenton.ru/patent/RU2615821C1

7. Retschnig, G. You are what you eat: relative importance of diet, gut microbiota and nestmates for honey bee, Apismellifera, worker health./ G. Retschnig, J. Rich, K. Crailsheim // Apidologie. – 2021. – Т. 52. – P. 632-646. DOI:10.1007/s13592-021-00851-z

8. Renzi, M. T. Combine defect of pollen quality and thiamethoxam on hypopharyngeal gland development and protein content in Apismellifera / M. T. Renzi, N. Rodríguez-Gasol, P. Medrzycki // Apidologie. – 2016. – Т. 47. – P. 779-788. DOI:10.1007/s13592-016-0435-9

9. Ricigliano, V. A. Nutritional and prebiotic efficacy of the microalga Arthrospira platensis (spirulina) in honeybees / V. A. Ricigliano, M. Simone-Finstrom // Apidologie. – 2020. –Т. 51. – P. 898-910. DOI: 10.1007/s13592-020-00770-5

10. Garrido C., Nanetti A. Welfare of Managed Honey Bees. In: Carere C., Mather J. (eds) The Welfare of Invertebrate Animals. Animal Welfare, vol 18. Springer, Cham. URL: DOI: 10.1007/978-3-030-13947-6_4

11. Cédric, A. Diet effects on honeybee immunocompetence / A. Cédric, F. Ducloz, D. Crauser, Y. Le Conte // Biology Letters. – 2010. – Т. 6 (4). – P. 562-570. DOI: 10.1098/rsbl.2009.0986

12. Dolezal, A. G. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health / A. G. Dolezal, A. L. Toth // Current Opinion in Insect Science. – 2018. – Т. 26. – P. 114-119. URL: DOI: 10.1016/j.cois.2018.02.006

13. Remolina, S. C. Evolution and mechanisms of long life and high fertility in queen honey / S. C. Remolina, K. A. Hughes // National Library of Medicine. – 2008. – Т. 30. – P. 177. DOI: 10.1007/s11357-008-9061-4

14. Cho, E.J. Bioconversion of Onion Waste to Valuable Biosugar as an Alternative Feed Source for Honey Bee. / E. J. Cho, Y. S. Choi, H. J. Bae // Waste Biomass Valor. – 2021. – Т. 12. – P. 4503-4512. DOI: 10.1039/C6FO00251J

15. Khalid, A. K. Honey bee (Apismellifera) preference towards micronutrients and their impact on bee colonies / A. K. Khalid, A. Hamed, G. Z. Ahmad, A. A. Mogbel // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2021. – Т. 6. – P. 789-795. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.02.084

16. Micheu, S. Importance of proline and other aminoacids during honey beeflight / S. Micheu, K. Crailsheim, B. Leonhard //. Amino Acids. – 2000. – Т. 18. – P. 157–175. DOI: 10.1007/s007260050014

THE USE OF PROTEIN-VITAMIN COMPLEX FOR ENRICHMENT OF CARBOHYDRATED FEEDINGS IN BEEKEEPING

Bystrova Irina Yu., *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Biology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, ibystrova66@mail.ru*

Kolchaeva Irina N., *Junior Researcher, FGBNU "Federal Scientific Center of Beekeeping" anikanova1994@mail.ru*

Problem and goal. *The aim of the research was to study the effect of carbohydrate feeding enriched with a protein-vitamin complex on the development of bee colonies.*

Methodology. *To achieve this goal, the research was conducted on an experimental group of bee families of the experimental apiary of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center for Beekeeping". 4 groups of 5 bee colonies were formed in each group. The selection of bee colonies was carried out on the principle of pairs of analogues, taking into account the year of origin of queens. All queen bees were 2019. The first group was given sugar syrup as a top dressing, the second group was given inverted syrup, the third*

group was fed inverted syrup enriched with 5% protein-vitamin complex (hereinafter BVK), the fourth group was fed inverted syrup enriched with 10 % BVK. During the experiment, the main indicators of bee colonies were taken into account.

Results. *The results of this study have shown that carbohydrate feeding of bee colonies enriched with BVA based on pollen pollenfermentolysate has a positive effect on the development of bee colonies, as well as on their preparation for wintering.*

Conclusion. *The most effective feeding turned out to be inverted syrup with the addition of 10% BVK. The average daily egg production of queens in the first group differed by 10.45% in comparison with the last group. The difference in the growth rate of the bee colony between the first and fourth groups was 43.58%. The degree of development of the hypopharyngeal glands in the first group was 3.4 times less than in the fourth group.*

Key words: *carbohydrate feeding, honey bee, pollen pollen, hypopharyngeal glands, pollen pollenfermentolysate*

Literatura

1. Metody provedeniya nauchno-issledovatel'skih rabot v pchelovodstve / Ros. akad. s.-h. nauk. Gos. uchrezhdenie "Nauch.-issled. in-t pchelovodstva"; [A.V. Borodachyov i dr.]. - Rybnoe : Gos. uchrezhdenie "Nauch.-issled. in-t pchelovodstva", 2002. - 156 s. : il., tabl.; 20 sm.; ISBN 5-900205-35-5. URL: https://search.rsl.ru/ru/search#q=Metody%20provedeniya%20nauchnoissledovatel'skih%20rabot%20v%20pchelovodstve

2. Lebedev, V. I. Biologiya medonosnoj pchely: uchebnik i praktikum dlya vuzov / V. I. Lebedev, N. G. Bilash. – 3-e izd. – Moskva: Izdatel'stvo YUrajt, 2021. — 253 s. — (Vysshee obrazovanie). — ISBN 978-5-534-10630-5. –Tekst : elektronnyj // EBS YUrajt. URL: https://urait.ru/bcode/475693

3. Novoe v pchelovodstve [Tekst] : - Moskva :Sel'hozgiz, 1958. - 446 s. : il.;URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006178294

4. SHishkanov, D.V.Stimulirovanie razvitiya semej pchel / D.V. SHishkanov, I.YU. Vereshchaka // Pchelovodstvo. – 2004 – № 8. – S 14-15.URL: https: //beejournal.ru/razvedenie-i-soderzhanie/3298-stimulirovanie-razvitiya-semej-pchel

5. YAroshevich, G.S. Vliyanie biologicheski aktivnyh veshchestv na reproduktivnuyu funkciyu pchelinyh matok v vesennij period razvitiya pchel v zavisimosti ot medosbora/ G. S. YAroshevich, G. S. Mazina, A. A. Kuz'min // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo GAU. - 2020. – № 61. – S. 130-138 DOI: 10.24411/2078-1318-2020-14130

6. Patent na izobretenie № 2615821 A23K50/90 Uglevodnyj korm dlya pchel i sposob polucheniya uglevodnogo korma dlya pchel. RF / N. G. Bilash, S. S. Sokol'skij, zayavl. 28.12.2015. opubl. 04.11.2017. Byul. № 11. 2s. URL: https: //patenton.ru/patent/RU2615821C1

7. Retschnig, G. You are what you eat: relative importance of diet, gut microbiota and nestmates for honey bee, Apismellifera, worker health./ G. Retschnig, J. Rich, K. Crailsheim // Apidologie. – 2021. – T. 52. – R. 632-646. DOI:10.1007/s13592-021-00851-z

8. Renzi, M. T. Combine defect of pollen quality and thiamethoxam on hypopharyngeal gland development and protein content in Apismellifera / M. T. Renzi, N. Rodríguez-Gasol, P. Medrzycki // Apidologie. – 2016. – T. 47. – R. 779-788. DOI:10.1007/s13592-016-0435-9

9. Ricigliano, V. A. Nutritional and prebiotic efficacy of the microalga Arthrospira platensis (spirulina) in honeybees / V. A. Ricigliano, M. Simone-Finstrom // Apidologie. – 2020. –T. 51. – R. 898-910. DOI: 10.1007/s13592-020-00770-5

10. Garrido C., Nanetti A. Welfare of Managed Honey Bees. In: Carere C., Mather J. (eds) The Welfare of Invertebrate Animals. Animal Welfare, vol 18. Springer, Cham. URL: DOI: 10.1007/978-3-030-13947-6_4

11. Cédric, A. Diet effects on honeybee immunocompetence / A. Cédric, F. Ducloz, D. Crauser, Y. Le Conte // Biology Letters. – 2010. – T. 6 (4). – R. 562-570. DOI: 10.1098/rsbl.2009.0986

12. Dolezal, A. G. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health / A. G. Dolezal, A. L. Toth // Current Opinion in Insect Science. – 2018. – T. 26. – R. 114-119. URL: DOI: 10.1016/j.cois.2018.02.006

13. Remolina, S. C. Evolution and mechanisms of long life and high fertility in queen honey / S. C. Remolina, K. A. Hughes // National Library of Medicine. – 2008. – T. 30. – R. 177. DOI: 10.1007/s11357-008-9061-4

14. Cho, E.J. Bioconversion of Onion Waste to Valuable Biosugar as an Alternative Feed Source for Honey Bee. / E. J. Cho, Y. S. Choi, H. J. Bae // Waste Biomass Valor. – 2021. – T. 12. – R. 4503-4512. DOI: 10.1039/C6FO00251J

15. Khalid, A. K. Honey bee (Apismellifera) preference towards micronutrients and their impact on bee colonies / A. K. Khalid, A. Hamed, G. Z. Ahmad, A. A. Mogbel // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2021. – T. 6. – R. 789-795. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.02.084

16. Micheu, S. Importance of proline and other aminoacids during honey beeflight / S. Micheu, K. Crailsheim, B. Leonhard //. Amino Acids. – 2000. – T. 18. – R. 157–175. DOI: 10.1007/s007260050014

УДК: 636.082.1:636.018:004.91

DOI 10.36508/RSATU.2021.64.19.002

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕНЕДЖМЕНТА МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА, ПРИМЕНЯЕМОГО В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ КОНСОЛИДАЦИИ ДАННЫХ ПО РЕГИОНУ

ГАГАРИН Евгений Максимович, *вет. врач, аспирант ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, gagarinem.22@ati.gausz.ru*

ЦЫГАНОК Влад Олегович, *зоотехник-селекционер ООО «Эвика-Агро», аспирант ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, legallee@bk.ru*

ГЛАЗУНОВА Лариса Александровна, *проректор по научной работе ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, д-р вет. наук, доцент, glazunovala@gausz.ru*

БОЙКО Елена Григорьевна, *ректор ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, канд.биол. наук, доцент, boyko@gausz.ru*

КАБИЦКАЯ Яна Александровна, *преподаватель кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, научный сотрудник Центра геномных технологий ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, kabitskaya@gausz.ru*

Проблема и цель. *Целью исследований явилось проведение сравнительной характеристики и установление особенностей практического применения наиболее широко применяемых программных продуктов и систем менеджмента молочного животноводства с целью выявления основных плюсов и недостатков, которые могут быть учтены при разработке централизованной единой информационной аналитической среды и базы данных первичного учета крупного рогатого скота для использования в геномной оценке сельскохозяйственных животных.*

Методология. *Для достижения поставленной цели проведен анализ данных о внедренных в систему менеджмента молочного животноводства в условиях индустриальных молочных хозяйств Российской Федерации программах, обеспечивающих технологические ритмы предприятия в соответствии с его возможностями, проведена сравнительная характеристика, указываются выявленные недостатки существующих программных продуктов, обнаруживаемые при их практическом использовании специалистами сферы животноводства.*

Результаты. *Основными передовыми программами менеджмента молочного животноводства на сегодняшний день являются "СЕЛЭКС. Молочный скот" и программные продукты Dairy (DairyComp 305, DairyPlan). Анализ существующих систем менеджмента молочного животноводства позволил установить наличие в их структуре на ряде животноводческих предприятий таких блоков как: ветеринария, генетический профиль (по микросателлитным маркерам, SNP), воспроизводство, доение, молодняк, вакцинации, перегруппировка поголовья, учитываемых в указанных программных продуктах. Выявлена возможность оперативной выгрузки первичных данных из существующих и наиболее применяемых в Тюменском регионе цифровых систем, что может применяться для дальнейшего создания программ централизации и консолидации сведений о результативности деятельности животноводческих предприятий, а также с целью систематичного генотипирования племенного поголовья для формирования племенного ядра в регионе.*

Заключение. *Существующие системы характеризуются отсутствием целостного подхода к структуризации и накоплению данных. Разделение на блоки в этих цифровых системах не позволяет в полной мере оценить генетический потенциал поголовья и обнаружить взаимосвязи комплекса показателей эффективности молочного производства.*

Ключевые слова: *крупный рогатый скот; менеджмент молочного животноводства; животноводческий комплекс; СЕЛЭКС; DairyComp; геномная селекция; SQL-код; MS Excel; программное обеспечение; беспривязное содержание.*

Введение

В условиях современного развития молочного животноводства и увеличения количества индустриальных хозяйств на территории субъектов Российской Федерации одним из наиболее важных способов повышения экономической эффективности работы предприятий является внедрение современных методов менеджмента, систематизации, накопления и централизации сведений в пределах конкретных комплексов, региона или всей страны, а также программного обеспечения, способствующего решению поставленных задач селекции, племенного и товарного отечественного животноводства.

Существующие и разрабатываемые программные продукты должны обеспечивать формирование устойчивой системы ведения первичного учета зоотехнических, ветеринарных и генетических (по микросателлитным локусам) данных, их перераспределения, формирования сводов отчетности, а также отличаться от стандартных программных разработок высокой скоростью обработки информации.

Особую роль в системе обеспечения деятельности молочных хозяйств выполняют программы, позволяющие обеспечить учет по данным геномной селекции, при этом одной из существенных проблем, связанных с развитием геномной оценки

© Гагарин Е. М., Цыганок В. О., Глазунова Л. А., Бойко Е. Г., Кабицкая Я. А., 2021 г.

племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности является разрыв между нарастающими объемами данных первичного учета, генотипирования и продуктивности животных и их реальным использованием для решения задач молочной подотрасли животноводства [7, 12].

Для структуризации накапливаемого массива данных разрабатываются программы компьютерного мониторинга, обеспечивающие менеджмент молочного животноводства и позволяющие отследить и проанализировать ряд поступающих сведений. Однако, представленные на отечественном (СЕЛЭКС – учетно-аналитическая программа для контроля стада) и мировом (DairyComp – мониторинг перегруппировок поголовья, воспроизводства, ветеринарный учет поголовья, контроль вакцинаций, содержания молодняка и пр.; TMR Tracker – контроль кормления; DairyPlan – контроль доения; SMARTBOW – система мониторинга коров и датчики движения; HYBRIMIN – составление рационов; UNIFORM AGRI – объединение данных с программ менеджмента молочного животноводства в условиях одного предприятия) рынках информационные системы для систематизации и анализа сведений по оценке крупного рогатого скота имеют ряд недостатков. К наиболее значимым следует отнести недостаточную защиту от ввода некорректных и неполных данных, слабое взаимодействие на основе обмена данных с информационными системами других производителей, отсутствие возможности ввода и обработки данных генотипирования (микросателлитные локусы генома животных, SNP), а также систематизации, накопления и обработки данных по региону [1-4,11,13-21].

Сравнительная характеристика имеющихся на рынке программ менеджмента молочного животноводства

В этой связи целью настоящей работы является проведение сравнительной характеристики имеющихся на рынке программ менеджмента молочного животноводства, а также выявление характеристик, необходимых к учету при создании новых платформ, обеспечивающих консолидацию сведений из зоотехнических, ветеринарных и генетических баз данных и сводов информации.

Основными программами, применяемыми на предприятиях молочного животноводства для менеджмента производственных процессов, контроля, анализа и т. п., в том числе для выявления животных в охоте, контроля осеменений, селекции применяют информационно-аналитическую систему “СЕЛЭКС. Молочный скот” и программные продукты Dairy (DairyComp 305, DairyPlan). Данные программы имеют ряд отличительных признаков в сравнительной характеристике между собой. На рисунке 1 представлена структура картотеки и интерфейса программы «СЕЛЭКС. Молочный скот».

Следует отметить, что программа “СЕЛЭКС. Молочный скот” создавалась изначально с уклоном для применения на предприятиях с привязным содержанием животных, в связи с чем имеется ряд принципиальных отличительных свойств в ее функционале (рис. 1).

Современные животноводческие комплексы с беспривязной системой содержания имеют высокую степень концентрации скота в отличие от хозяйств, использующих привязную. Главным фактором такого различия выступает технология доения. Беспривязная система содержания подразумевает движение скота из секций содержания в помещение с доильной установкой [8,9].

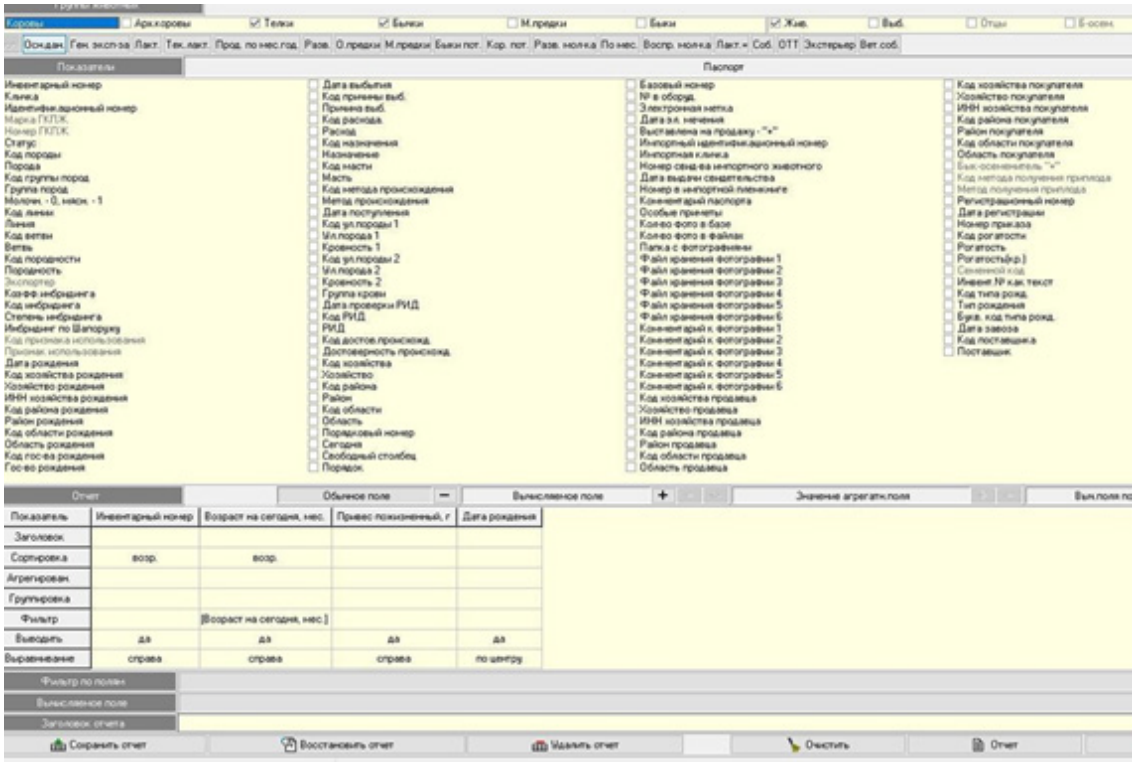


Рис. 1 – Структура картотеки и интерфейса программы «СЕЛЭКС. Молочный скот»

Существует множество факторов, которые могут повлиять как на очерёдность доения групп, так и на размещение животных в конкретных секциях. Чаще всего данные нарушения технологии являются следствием ошибок в работе животноводов, что влечёт за собой необходимость ежедневного контроля и анализа их работы, возможность которых в программном обеспечении “СЕЛЭКС. Молочный скот” в интерфейсе не предусмотрена, так как программа адаптирована под наличие ферм и дворов: скот, содержащийся на привязи, «привыкает» к отведенному для него месту, на котором проводит большую часть своей жизни, а доярки, закрепленные за конкретными группами, осуществляют дополнительный, помимо зоотехников, контроль за передвижением скота, что практически сводит возможность ошибочного передвижения к нулю. В этой связи, для большего удобства в учете и анализе данных первичного учета продолжать в дальнейшем разработки интерфейса новых информационно-аналитических систем необходимо таким образом, чтобы они позволяли вести учет животных по секциям содержания, что позволит не только соблюдать технологичность производственного процесса, но и даст возможность отслеживать продуктивность как по физиологическим группам, так и по хозяйству в целом [5,6,10].

В то же время программа «СЕЛЭКС. Молочный скот» позволяет осуществлять выгрузку данных и позволяет интегрировать получаемые данные в любую создаваемую платформу регионального или федерального значения для широкого анализа и ведения племенного учета поголовья в масштабе области или страны путем выгрузки данных, осуществляемой с помощью задаваемого программой по сформированному запросу SQL-коду (рис. 2) в виде документа MS Excel, данные из которого возможно эффективно использовать при создании и дальнейшем расширении централизованной базы данных.

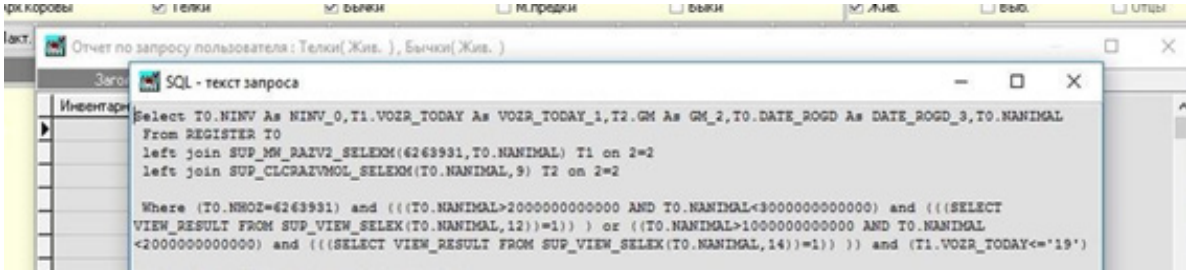


Рис. 2 – Формирование SQL-кода в программе «СЕЛЭКС.Молочный скот»

Формат данных в программе «СЕЛЭКС. Молочный скот» представленный на рисунке 3 – один из вариантов выгрузки. В этом случае указаны значения в числовом формате об инвентарном номере животного – количестве лактаций – дате события (в данном случае осеменение) – код события (указывает на конкретное событие (отел, осеменение, сухостой, запуск и т. д.)) – нумерация, указывающая на ответственного исполнителя (например, техника по искусственному осеменению) – кратность события. Столбец 1 – информация для подсчета учтенных голов, столбец 2 – указывает, учтена первотелка или корова (телившаяся более 1 раза).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	NANIMAL	NINV0	LAKT1	EVENT_DATE2	EVENT_KOD3	TEXN4	Столбец1	Кратн	Столбец2
21075	4,62639E+12	10786	3	01.01.2018	7	22	1	1	1
21076	4,62639E+12	14268	0	01.01.2018	7	22	1	1	0
21077	4,62639E+12	14423	0	01.01.2018	7	22	1	1	0
21078	4,62639E+12	14656	0	01.01.2018	7	22	1	1	0
21079	4,62639E+12	14678	0	01.01.2018	7	22	1	1	0
21080	4,62639E+12	14682	0	01.01.2018	7	22	1	1	0
21081	4,62639E+12	12835	1	02.01.2018	7	15	1	1	1
21082	4,62639E+12	13599	1	02.01.2018	7	22	1	1	1
21083	4,62639E+12	14538	0	02.01.2018	7	9	1	1	0

Рис. 3 – Осуществление выгрузки данных в программе «СЕЛЭКС. Молочный скот»

Удобство в выгрузке данных программы «СЕЛЭКС. Молочный скот» позволяет успешно использовать сведения, получаемые из программы, и формировать общие своды данных, что обеспечивает их централизацию, систематизацию, накопление и анализ на обнаружение зависимостей и корреляций с данными генотипирования.

В программе DairyComp 305, в отличие от программы «СЕЛЭКС. Молочный скот», возможности совершать выгрузку данных в таком формате нет, однако имеется функционал, позволяющий формировать наиболее полные годовые отчеты (рисунки 4, 5), а также предусмотрено заведение подробной карточки животного, что, в свою очередь, также позволяет формировать своды данных для наполнения базы информационно-аналитической платформы.

По ГРУПА	Прц	Кол-в	Ср ДДНИ	Ср ДСТ	СрФАКТМ	ВсФАКТМ	Ср МОЛ1	СрНМОЛ1	Вс МОЛ1
5	2	36	111	95	13.2	450	32.5	32.1	1104
6	3	56	11	0	8.4	395	23.5	21.6	1102
7	4	69	8	0	10.2	630	30.3	26.4	1880
8	3	44	46	0	10.8	444	33.0	32.9	1354
10	8	132	59	0	12.0	1564	35.0	34.2	4550
11	7	117	73	72	16.0	1788	47.2	46.3	5283
12	8	132	45	71	16.7	2169	48.2	46.1	6266
13	8	138	117	64	14.6	1922	42.4	41.9	5592
15	16	280	230	119	10.8	2856	31.5	30.9	8319
16	12	217	175	95	13.6	2840	39.8	38.5	8313
19	13	228	206	101	14.8	3268	43.1	42.0	9515
20	15	266	273	135	7.1	1678	20.3	19.8	4814
72	2	30	333	215	5.2	119	17.5	19.0	403
==========	====	======	=======	=======	=======	=======	=======	=======	=======
Всего	100	1745	159	115	12.3	20124	35.6	34.4	58496

Рис. 4 – Отчет о ежедневной продуктивности стада по технологическим группам

События | Пункты(1) | Пункты(2) | Даты тестов | Предыдущие лактации | Текущая лактация

ВЗДНИ	1404	УПИТ	0	ДОТЕЛ	4/ 2/20	КОМПН	0
ДВВОД	24/ 3/17	ВЗДНИ	1404	ДОХОТ	16/ 4/20	СТАТ	6
ДРОЖД	24/ 3/17	РКД	6	КОСЕМ	1	ДТЕСТ	1/12/20
РЕМ	GNRH1	РЕПКД	СУХ	ДОСЕМ	16/ 4/20	ГРТД	0
ПИД	0	ПСБЫК	MADDOW	ВЕТКД	0	МЛТД	0
ОШЕЙ	15183	ДБЫКГ	-	ВЕТПР	0	КСК	0
РНБЫК		ДСТ	285	ДВЕТП	14/ 7/20	М1	0
ПОРОД	К	ДСТКН	89	ПВКОД	13	ЖИР%	0
МАТЬ	13069	DSSYD	0	ДПРОВ	22/ 5/20	БЕЛ%	0
НМАТЬ	15183	ДЗАП	19/11/20	ДАБОР	-	305ПР	16390
ОТЕЦ	EMERALD	ДСУХ	54	ДОПАБ	-	ОЦ%	133
DSSYD	0	ДПРОТ	21/ 1/21	ДАРХВ	26/ 1/21	МЛЛАК	14030
КД1МО	47	КЛИЧК	-	ДОСЕМ	16/ 4/20	ЖРЛАК	0
ТЕЛ1	18649	ВБЕЛ	359	БЫК1	PADLOCK	БЛЛАК	0
ТЕЛ2	17404	МАКЛС	0	БЫК2	BGOOD	ОЖМЛМ	30
ТЕЛ3	0	ДЗГРУ	100	УВЗ	0	ПРНОМ	65533

Рис. 5 – Карточка животного в программе DairyComp 305

В настоящее время все зарубежные компании, занимающиеся селекцией скота и дистрибьюцией семенного материала быков производителей, анализируют получаемые первичные данные с помощью зоотехнических индексов, позволяющих осуществлять экспресс-анализ, который дает наиболее полную картину. Например, индекс стельности (Pregnancy Rate) является более точным и полезным показателем эффективности воспроизводства всего поголовья. Данный показатель отражает процент коров от поголовья, становящихся стельными каждые 21 день после завершения периода добровольного ожидания. В отличие от программы «СЕЛЭКС. Молочный скот» в программе DairyComp 305 существенным отличием является возможность расчета зоотехнических индексов в самой программе (рис. 6).

Индекс стельности является стабильным показателем при оценке воспроизводства. Данный показатель – объективный инструмент оценки, определяющий результативность всех коров (включая выбывших), а не только тех, которые остались в поголовье. Он так же определяет интервал отела поголовья и процент возможной выбраковки.

Рис. 6 – Расчет индекса стельности Pregnancy Rate в программе DairyComp 305

В различных вариациях программного обеспечения «СЕЛЭКС. Молочный скот» и DairyComp 305 есть возможность рассчитывать индекс процента стельности. Ввиду важности и применимости индекса в практической сфере животноводства в разработанном модуле платформы предусмотрены его вариации в зависимости от: быка-производителя; специалиста по искусственному осеменению; поставщика (производителя семени); дня недели; интервалов в осеменении; номера осеменения и других показателей, включая задаваемые пользователем параметры без ограничений (например, часто это тип охоты – длительность, с кровянистыми выделениями / без, спланированное по времени искусственное осеменение и т.п.).

К положительным характеристикам программы DairyComp 305 следует отнести возможность формирования отчетов по необходимым на актуальный момент времени параметрам и отражение таковых в виде графиков (рисунки 7, 8).

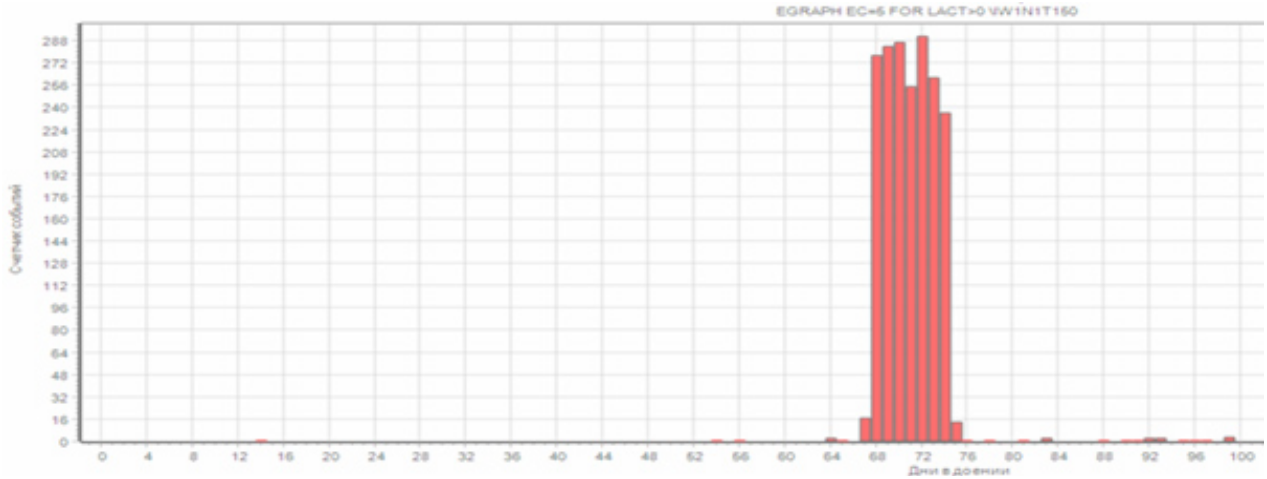


Рис. 7 – Отображение числа событий первого осеменения и соответствия его периоду добровольного ожидания в программе DairyComp305

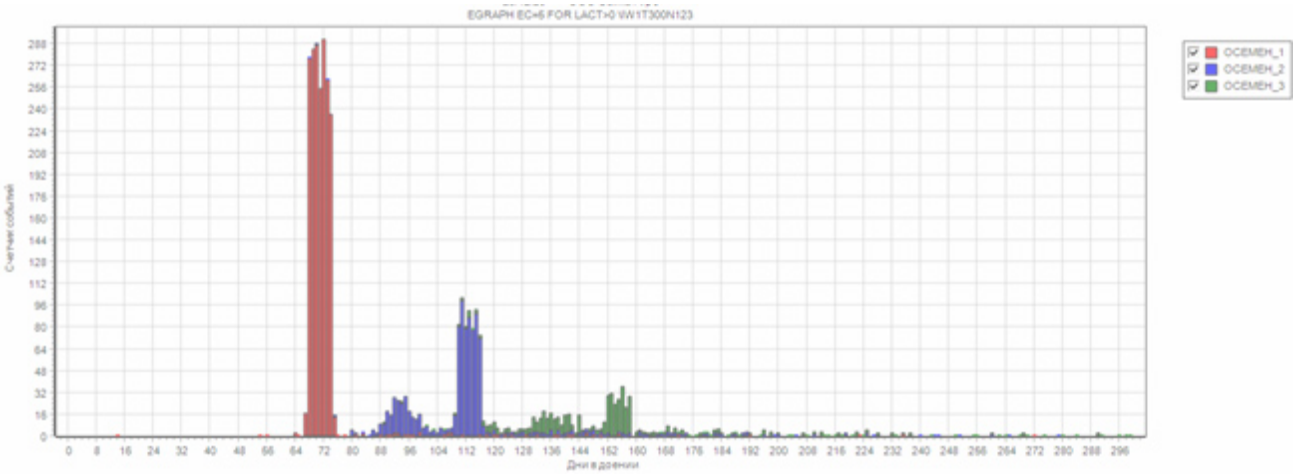


Рис. 8 – Отображение в графике количества осеменений животных на протяжении лактации в программе DairyComp 305

На рисунке 9 отображены данные первичного зоотехнического учета эффективности осеменения в программе DairyComp 305, которые впоследствии интегрируемы в базу данных информационно-аналитической платформы.

95% CI	Всего	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Синхронизация	47-51	49-54	43-52	35-47	31-49	44-68	-	-	-	-	-	-
Охота	44-50	48-63	45-54	42-53	36-50	32-50	32-58	-	-	-	-	-
ДРУГИЕ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ВСЕГО	47-50	50-54	45-52	41-49	36-47	39-54	35-56	-	-	-	-	-
Процент												
Синхронизация	49	51	48	41	40	57						
Охота	47	55	49	48	43	40	44					
ДРУГИЕ												
ВСЕГО	49	52	48	45	42	46	45					
Кол-во												
Синхронизация	2794	1795	551	223	113	60	32	11	3	3	1	2
Охота	1308	166	417	311	184	109	54	31	21	5	7	3
ДРУГИЕ	2	1	1									
ВСЕГО	4104	1962	969	534	297	169	86	42	24	8	8	5
Стел												
Синхронизация	1375	923	262	91	45	34	15	4				1
Охота	615	92	206	149	79	44	24	12	7	1	1	
ДРУГИЕ	2	1	1									
ВСЕГО	1992	1016	469	240	124	78	39	16	7	1	1	1

Рис. 9 – Отображение первичных данных зоотехнического учета эффективности осеменения в программе DairyComp 305

Выводы

Таким образом, дальнейшие разработки в сфере программного обеспечения менеджмента молочного животноводства, исходя из анализа применения программ DairyComp 305 и “СЕЛЭКС. Молочный скот”, как наиболее применяемых в условиях индустриальных молочных хозяйств Тюменской области, должны вестись с учетом выявленных положительных характеристик программ-предшественников, обладать удобным интерфейсом, функционалом, включающим возможность внесения, анализа и обмена данными геномных исследований, чего ранее нигде предусмотрено не было; пользоваться данными программного обеспечения доильного и иного оборудования, сводами первичного зоотехнического, ветеринарного учета, что позволяет анализировать показатели воспроизводства в комплексе с данными зооветеринарного блока, проводить расчеты индексов, применяемых в мировой селекционной практике (индекс стельности, Heat Detection, Pregnancy Rate и пр.), а также эффективно организовывать технологические ритмы производства и обеспечивать возможность эффективной конкуренции с зарубежными предприятиями в данной отрасли.

Данная работа выполнена в рамках темы АААА-А20-120120490045-8 «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочного и мясного направлений продуктивности, разводимого на предприятиях Тюменской области, ЯНАО, ХМАО-Югре», финансируемой Департаментом образования и науки Тюменской области»; темы 082-03-2020-259 «Разработка системы адаптации данных первичного учета, генотипирования и продуктивности животных для формирования единой информационной системы оценки племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности с перспективой использования в геномной оценке» в 2020 г.; темы (б/н) «Разработка информационной среды и базы данных первичного учета крупного рогатого скота для использования в геномной оценке сельскохозяйственных животных», реализуемой по заказу Минсельхоза Российской Федерации за счет средств федерального бюджета в 2021 году.

Список литературы

1. Бойко, Е. Г. Перспективы использования геномного анализа при разведении и селекции крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. № 10 (64). 2009. С. 33 - 34.

2. Валитов, Х. З. Продуктивное долголетие в условиях интенсивной технологии производства молока / Х. З. Валитов, С. В. Карашаев // Монография. Самара.: РИЦ СГСХА, 2012. – 322 с.

3. ИАС “СЕЛЭКС:Молочный скот” URL: https://plinor.spb.ru/ (дата обращения: 31.03.2020).

4. ИАС DairyComp 305 URL: https://web.vas.com/dairy/ (дата обращения: 01.07.2020)

5. Кийко Е. И., Кургузкин В. Н., Саморуков Ю. В., Марзанов Н. С. Оценка аллелофонда быков-производителей по каппа-казеину и BLAD-синдрому. Ветеринарная патология. 2008. № 3 (26). С. 38-40.

6. Зиновьева Н.А., Гладырь Е.А., Костюнина О.В., Харзинова В.Р., Покровская М.В., Друшляк Н.Г., Кабицкая Я.А. Роль ДНК диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь, В.Р. Харзинова, М.В. Покровская, Н.Г. Друшляк, Я.А. Кабицкая // Достижения науки и техники в АПК, - 2012. -№ 11. –С. 37-40.

7. Тореханов А. А. Современные аспекты племенной работы в скотоводстве [электронный ресурс] / А. А. Тореханов [и др.].— Алматы: Нур-Принт, 2016. — 207 с. — 978-601-7226-43-5. — URL: http://www.iprbookshop.ru/67139.html (дата обращения 28.08.2020).

8. Цыганок, В. О. Оптимизация процессов

доения в доильном зале с установкой "карусель" марки Xcalibur 360 ex / В. О. Цыганок, М. А. Свяженина, Е. М. Гагарин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2(59). – С. 108-114. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.015.

9. KSIVALUE Система геномной селекции URL: https://ksivalue.com/ (дата обращения: 01.09.2020)

10. National Center for Biotechnology Information URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ (дата обращения: 01.03.2020).

11. Zaki M., Meira W. Data Mining and Analysis. Fundamental Concepts and Algorithms. Cambridge University Press, 2014. URL: http://www.dataminingbook.info// (дата обращения: 30.08.2020).

12. Кабицкая Я.А., Калашникова Л.А., Бойко Е.Г., Калашников А.Е. Генетическая идентификация как критерий совпадений с данными первичного учета животных на территории УФО / Я.А. Кабицкая, Л.А. Калашникова, Е.Г. Бойко, А.Е. Калашников // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2020. - № 1 (45). - С. 114-120.

13. Хабиров, А. Ф. Организация управления и оценка экономических потерь в животноводстве на основе баз данных системы "Селэкс" / А. Ф. Хабиров // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2008. – № 11. – С. 27-29.

14. Обзор программы «СЕЛЭКС» / Н. С. Петросян, Ш. Ю. Чимидов, А. А. Кичиков [и др.] // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности : сборник научных статей по итогам второй международной научной конференции, Волгоград, 21–22 января 2021 года / Научно-производственное предприятие «Медпромдеталь». – Волгоград: ООО «Конверт», 2021. – С. 51-52.

15. Кузнецов, А. В. Особенности представления сведений о молочной продуктивности коров в системе СЕЛЭКС и их интерпретация / А. В. Кузнецов, С. В. Щепкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 90. – С. 479-499.

16. Костомахин, Н. М. Анализ воспроизводительных качеств коров молочного направления продуктивности при использовании электронной системы учета dairycomp 305 / Н. М. Костомахин, Т. В. Журавлева // Главный зоотехник. – 2019. – № 8. – С. 3-11.

17. Журавлева, Т. В. Анализ воспроизводительных качеств коров молочного направления в зависимости от применения электронной системы учета Dairy Comp 305 / Т. В. Журавлева // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 2(34). – С. 20-30.

18. Маринченко, Т. Е. Перспективные разработки в области молочного скотоводства / Т. Е. Маринченко // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 2(38). – С. 124-129.

19. Wenz J. R., Giebel S. K. Retrospective evaluation of health event data recording on 50 dairies using Dairy Comp 305 //Journal of dairy science. – 2012. – Т. 95. – №. 8. – С. 4699-4706.

20. Sorge U. S. et al. Evaluation of the dairy comp 305 module “Cow Value” in two Ontario dairy herds //Journal of dairy science. – 2007. – Т. 90. – №. 12. – С. 5784-5797.

21. Morozova N., Musaev F., Morozova O. Innovative technologies in the breeding work with cattle of the holstein breed in the pedigree plant" avangard // Editorial council. – 2016. – Т. 3. – С. 201657.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SOFTWARE FOR MANAGEMENT OF DAIRY LIVESTOCK APPLIED IN THE TYUMEN REGION AND THE PROSPECTS FOR CREATING A CENTRALIZED DATA CONSOLIDATION PLATFORM FOR THE REGION

Gaganin Evgeny M., *veterinarian, post-graduate student , FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU, gagarinem.22@ati.gausz.ru*

Tsyganok Vlad O., *zootechnician-breeder of LLC Evika-Agro, FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU, legallee@bk.ru*

Glazunova Larisa A., *Vice-Rector for Research, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU, glazunovala@gausz.ru*

Boyko Elena G., *Rector, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU, boyko@gausz.ru*

Kabitskaya Yana A., *Lecturer, Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Researcher, Center for Genomic Technologies, FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU,kabitskaya@gausz.ru*

Problem and purpose. *The purpose of the research was to carry out a comparative characteristic and establish the features of the practical application of the most widely used software products and management systems for dairy farming in order to identify the main advantages and disadvantages that can be taken into account when developing a centralized unified information analytical environment and a database for primary registration of cattle for use. in genomic assessment of farm animals.*

Methodology. T*o achieve this goal, an analysis of the data on the programs introduced into the management system of dairy farming in the conditions of industrial dairy farms of the Russian Federation that ensure the technological rhythms of the enterprise in accordance with its capabilities is carried out, a comparative*

characteristic is carried out, the identified shortcomings of existing software products are indicated, which are found during their practical use by specialists. the sphere of animal husbandry.

Results. *The main advanced management programs for dairy farming today are "SELEX. Dairy cattle "and Dairy software products (DairyComp 305, DairyPlan). Analysis of the existing management systems for dairy farming made it possible to establish the presence of such units in its structure at a number of livestock enterprises as: veterinary medicine, genetic profile (by microsatellite markers, SNP), reproduction, milking, young animals, vaccinations, and regrouping of livestock included in these software products. The possibility of operational unloading of primary data from the existing and most used digital systems in the Tyumen region was revealed, which can be used to further create programs for the centralization and consolidation of information on the performance of livestock enterprises, as well as for the purpose of systematic genotyping of the breeding stock in order to form the breeding nucleus in the region.*

Conclusion*. Existing systems lack a holistic approach to structuring and accumulating data. The division into blocks in these digital systems does not allow to fully assess the genetic potential of the livestock and to reveal the relationship of a set of indicators of the efficiency of dairy production.*

Key words: *cattle; dairy farming management; livestock complex; SELEX; DairyComp; genomic selection; SQL code; MS Excel; software; loose content.*

Literatura

1.*Bojko E. G. Perspektivy ispol'zovaniya genomnogo analiza pri razvedenii i selekcii krupnogo rogatogo skota // Agrarnyj vestnik Urala. № 10 (64). 2009. S. 33 - 34.*

2.Valitov, H. Z. Produktivnoe dolgoletie v usloviyah intensivnoj tekhnologii proizvodstva moloka / H. Z. Valitov, S. V. Karashaev // Monografiya. Samara.: RIC SGSKHA, 2012. – 322 s.

3.IAS "SELEKS:Molochnyj skot" URL: https://plinor.spb.ru/ (data obrashcheniya: 31.03.2020).

4.IAS DairyComp 305 URL: https://web.vas.com/dairy/ (data obrashcheniya: 01.07.2020)

5.Kijko E. I., Kurguzkin V. N., Samorukov YU. V., Marzanov N. S. Ocenka allelofonda bykov-proizvoditelej po kappa-kazeinu i BLAD-sindromu. Veterinarnaya patologiya. 2008. № 3 (26). S. 38-40.

6.Zinov'eva N.A., Gladyr' E.A., Kostyunina O.V., Harzinova V.R., Pokrovskaya M.V., Drushlyak N.G., Kabickaya YA.A. Rol' DNK diagnostiki v kontrole i eliminacii recessivnyh nasledstvennyh anomalij sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / N.A. Zinov'eva, E.A. Gladyr', V.R. Harzinova, M.V. Pokrovskaya, N.G. Drushlyak, YA.A. Kabickaya // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK, - 2012. -№ 11. –S. 37-40.

7.Torekhanov A. A. Sovremennye aspekty plemennoj raboty v skotovodstve [elektronnyj resurs] / A. A. Torekhanov [i dr.].— Almaty: Nur-Print, 2016. — 207 c. — 978-601-7226-43-5. — URL: http://www.iprbookshop.ru/67139.html (data obrashcheniya 28.08.2020).

8.Cyganok, V. O. Optimizaciya processov doeniya v doil'nom zale s ustanovkoj "karusel'" marki Xcalibur 360 ex / V. O. Cyganok, M. A. Svyazhenina, E. M. Gagarin // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. – 2020. – № 2(59). – S. 108-114. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.015.

9.KSIVALUE Sistema genomnoj selekcii URL: https://ksivalue.com/ (data obrashcheniya: 01.09.2020)

10.National Center for Biotechnology Information URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ (data obrashcheniya: 01.03.2020).

11.Zaki M., Meira W. Data Mining and Analysis. Fundamental Concepts and Algorithms. Cambridge University Press, 2014. URL: http://www.dataminingbook.info// (data obrashcheniya: 30.08.2020).

12.Kabickaya YA.A., Kalashnikova L.A., Bojko E.G., Kalashnikov A.E. Geneticheskaya identifikaciya kak kriterij sovpadenij s dannymi pervichnogo ucheta zhivotnyh na territorii UFO / YA.A. Kabickaya, L.A. Kalashnikova, E.G. Bojko, A.E. Kalashnikov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2020. - № 1 (45). - S. 114-120.

13.Habirov, A. F. Organizaciya upravleniya i ocenka ekonomicheskih poter' v zhivotnovodstve na osnove baz dannyh sistemy "Seleks" / A. F. Habirov // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 11. – S. 27-29.

14.Obzor programmy «SELEKS» / N. S. Petrosyan, SH. YU. CHimidov, A. A. Kichikov [i dr.] // Innovacionnye tekhnologii, ekonomika i menedzhment v promyshlennosti : sbornik nauchnyh statej po itogam vtoroj mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Volgograd, 21–22 yanvarya 2021 goda / Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie «Medpromdetal'». – Volgograd: OOO «Konvert», 2021. – S. 51-52.

15.Kuznecov, A. V. Osobennosti predstavleniya svedenij o molochnoj produktivnosti korov v sisteme SELEKS i ih interpretaciya / A. V. Kuznecov, S. V. SHCHepkin // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 90. – S. 479-499.

16.Kostomahin, N. M. Analiz vosproizvoditel'nyh kachestv korov molochnogo napravleniya produktivnosti pri ispol'zovanii elektronnoj sistemy ucheta dairycomp 305 / N. M. Kostomahin, T. V. ZHuravleva // Glavnyj zootekhnik. – 2019. – № 8. – S. 3-11.

17.ZHuravleva, T. V. Analiz vosproizvoditel'nyh kachestv korov molochnogo napravleniya v zavisimosti ot primeneniya elektronnoj sistemy ucheta Dairy Comp 305 / T. V. ZHuravleva // Molochnohozyajstvennyj vestnik. – 2019. – № 2(34). – S. 20-30.

18.Marinchenko, T. E. Perspektivnye razrabotki v oblasti molochnogo skotovodstva / T. E. Marinchenko // Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve. – 2020. – № 2(38). – S. 124-129.

19.Wenz J. R., Giebel S. K. Retrospective evaluation of health event data recording on 50 dairies using Dairy Comp 305 //Journal of dairy science. – 2012. – Т. 95. – №. 8. – S. 4699-4706.
20.Sorge U. S. et al. Evaluation of the dairy comp 305 module “Cow Value” in two Ontario dairy herds // Journal of dairy science. – 2007. – Т. 90. – №. 12. – S. 5784-5797.
21.Morozova N., Musaev F., Morozova O. Innovative technologies in the breeding work with cattle of the holstein breed in the pedigree plant" avangard // Editorial council. – 2016. – Т. 3. – S. 201657.

УДК 632.81

DOI 10.36508/RSATU.2021.67.96.003

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯЧМЕНЬ

КОНЯЕВ Евгений Романович, *аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, ker-2019@yandex.ru*
КОСТИН Яков Владимирович *д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, ker-2019@yandex.ru*
ЗАХАРОВА Ольга Алексеевна, *д-р. с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрономии и агротехнологий, ol-zahar.ru@yandex.ru*
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А.Костычева.
ТРОЦ Наталья Михайловна, *д-р с.-х. наук, профессор, декан агрономического факультета, Самарский государственный аграрный университет, troz_shi@mail.ru*

Цель исследования. *Цель состояла в изучении возможности эффективного применения микробиологических препаратов при возделывании ярового ячменя. Полевые опыты, проводимые нами ранее, показали положительное влияние биопрепаратов на урожайность ярового ячменя. Это связанно с повышением коэффициента использования питательных веществ из удобрений. Основу полевого опыта составило применение биопрепарата Бисолбифит, выведенного во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.*
Методология. *Для достижения цели был проведен полевой опыт в хозяйстве ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области на трех участках. Удобрения сначала покрывались биопрепаратом Бисолбифит, представляющим собой контактный бактерицид в жидкой форме, рода бактерий Bacillus subtilis. Затем удобрения вносились в почву при севе рядковым способом совместно с семенами ячменя ярового. Уборка на опытных участках проводилась в первой декаде августа прямым комбайнированием на зерноуборочном комбайне ACROS 595 Plus.*
Результаты. *Опыт показал, что применение минеральных удобрений увеличивает урожайность и качественные показатели при возделывании ярового ячменя. Однако наивысший результат был показан при покрытии минеральных удобрений биопрепаратом Бисолбифит.*
Заключение. *В результате проведенного полевого опыта была установлена актуальность использования биопрепарата Бисолбифит. При обработке данным биопрепаратом сложных минеральных удобрений были показаны наивысшие показатели урожайности массы 1000 семян, содержания белка в зерне, а также длины колоса и продуктивной кустистости. Увеличение вышеперечисленных показателей ячменя ярового наблюдались на всех участках полевого опыта, независимо от наличия в почве подвижного фосфора и применяемых удобрений.*
Ключевые слова: *ячмень, микробиология, препараты, полевой опыт, показатели качества зерна.*

Введение

В последние годы рост посевных площадей и урожайности зерновых культур вызывает необходимость в применении инновационных приемов, одним из которых является использование микробиологических препаратов.

Материалы и методы

Исследования по оценке эффективности микробиологического препарата «Бисолбифит» проводились в хозяйстве ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области в 2020 году. Почва на опытном участке серая-лесная тяжелосуглинистая, имела агрохимические показатели, представленные в таблице 1.

© Коняев Е. Р., Костин Я. В., Захарова О. А., Троц Н. М., 2021 г.

Таблица 1– Агрохимические показатели серой-лесной тяжелосуглинистой почвы

Почва	Гумус %	$N_{мин}$, мг/кг	Нг, мг-экв/100 г почвы	$pH_{кс}$l, ед.	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg
					Мг/кг		мг-экв/100 г почвы	
Участок № 1	2,2	21	4,08	5,3	62	101	4,8	0,82
Участок № 2	2,2	18	3,97	5,4	120	110	4,8	0,87
Участок № 3	2,2	22	4,23	5,3	89	105	4,9	0,79

Определение гумуса в почве проводили по методу И.В.Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), pH солевой вытяжки – потенциометрическим методом (ГОСТ 26423-85), гидролитической кислотности – по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), азота нитратов – ионометричиским методом (ГОСТ 26951-86), азота обменного аммония – фотометрическим методом (ГОСТ 26489-85), подвижных соединений фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ26207-91), обменных кальция и магния – комплексонометрическим методом (ГОСТ 26487-85) [7].

В опыте изучали три комплексных удобрения: аммофос ($N_{12}P_{52}$), азофос ($N_{16}P_{16}K_{16}$) и диаммофос ($N_{10}P_{26}K_{26}$). Эффективность применения минеральных удобрений оценивали на трех участках, которые отличались количеством подвижного фосфора в почве. На каждом из участков изучили эффективность биопрепарата «Бисолбифит », который создан на основе микроорганизмов, принадлежащих к роду Bacillius subtilis [6].

Таблица 2 – Схема опыта по оценке эффективности биологической модификации минеральных удобрений

Вариант	Участок № 1	Участок № 2	Участок № 3
1.Контроль	Низкое содержание подвижного фосфора	Высокое содержание подвижного фосфора	Среднее содержание подвижного фосфора
2.Бисолбифит			
3.$N_{12}P_{52}$			
4. $N_{12}P_{52}$+m			
5.$N_{16}P_{16}K_{16}$			
6. $N_{16}P_{16}K_{16}$+m			
7.$N_{10}P_{26}K_{26}$			
8. $N_{10}P_{26}K_{26}$+m			

Опыт был выполнен в трех повторах. Посевная площадь делянки 1000 квадратных метров, учетная – 1000 квадратных метров. Размещение делянок в опыте рандомизированное. Культура – ячмень яровой сорта Маргарет. Норма высева 5 млн шт./ га.

Доза удобрения: азот 60, фосфор 60, калий 60 кг д.в. ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Азот компенсировали аммиачной селитрой из расчета 60 кг д.в./га, плюс при непосредственном внесением каждого вида удобрений их покрывали препаратом Бисолбифит из расчета 5 г на 1 кг удобрения.

Климатические условия в 2020 году в Пронском районе Рязанской области приблизились к оптимальным для возделывания ярового ячменя. Среднесуточная температура в мае была 12,5 градусов, в июне температура колебалась в пределах 14-16 градусов, в июле среднесуточная температура поднялась до 17,3 градусов, после чего, в августе, началось понижении температурного режима до 16,4 градусов по Цельсию. За весь вегетационный период выпало 396 миллиметров осадков на 1 квадратный метр.

Так как ячмень является культурой с коротким вегетационным периодом, данная культура нуждается в улучшенных условиях минерального питания, которое создается за счет внесения минеральных удобрений. (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений, обработанных биопрепаратом, на урожайность зерна ярового ячменя, г/м²

Вариант	Участок № 1	Участок № 2	Участок №3
	Плодородие почвы		
1.Контроль	119	178	152
2.Бисолбифит	132	192	170
3. $N_{12}P_{52}$	156	201	181

Продолжение таблицы №3

4.$N_{12}P_{52}$+m	198	222	207
5.$N_{16}P_{16}K_{16}$	190	210	198
6.$N_{16}P_{16}K_{16}$+m	210	234	212
7.$N_{10}P_{26}K_{26}$	200	221	214
8.$N_{10}P_{26}K_{26}$+m	224	248	232

Лучший показатель прибавки урожайности ярового ячменя показал участок с малой обеспеченностью подвижным фосфором (именно в таких условиях лучше проявляется действие вносимых удобрений). В свою очередь, из всех удобрений, которые вносились в опытах, наибольшее влияние на урожай оказали трехкомпонентные, включающие в себя азот, фосфор и калий. Аммофос, содержащий два элемента, фосфор и калий, прибавку в урожайности показал ниже.

Использование биопрепарата «Бисолбифит» совместно с аммофосом на малоплодородной почве привело к увеличению урожайности на 20 %. На 14 % прибавился урожай на среднеобеспеченной подвижным фосфором почве, 11% прибавки наблюдались на участке с высоким содержанием подвижного фосфора. Исходя из этого видно, что показатели урожайности при применении биопрепарата «Бисолбифит» увеличились на всех участках, где закладывали опыт, несмотря на содержание подвижного фосфора в почве. На участках, где обрабатывали азофоску биопрепаратом «Бисолбифит», прибавка составила примерно 11 % . Такая же ситуация прослеживалась и на участках, где вносили диаммофоску, покрытую биопрепаратом «Бисолбифит».

В результате улучшенного минерального питания растениями ярового ячменя, прослеживалась тенденция к росту не только урожайности, но и вегетативной массы. Рост стебля растения увеличился на всех трех участках в объеме от 10 до 15 % [6].

Соотношение между массой зерна и соломы осталось прежним. Прослеживался рост обоих показателей, а значит, показатель Кхоз, который зависит больше от генетической особенности сорта, практически не изменился. В опыте применяли сложные минеральные удобрения, в которых азот выполнял функцию наращивания вегетативной массы, а такие макроэлементы как фосфор и калий отвечали за улучшение выполненности зерна. При возделывании ячменя хозяйственный коэффициент увеличивается, если в почве содержится повышенное содержание подвижного фосфора. Однако, чем меньше показатели плодородия почвы, тем меньше показатель Кхоз. Этот факт подтверждается в ходе исследований, проводимых на опытных участках в хозяйстве ООО «Малинищи».

Изменения в урожайности ярового ячменя связаны с его структурой, в которую входят: высота растений, продуктивная кустистость и длина колоса (таб.4)

Таблица 4 – Элементы структуры урожая ячменя

Вариант	Кхоз			Продуктивная кустистость			Длина колоса, см			Высота растений, см		
	Плодородие почвы											
	Уч.№ 1	Уч.№ 2	Уч.№ 3	Уч.№ 1	Уч.№ 2	Уч.№ 3	Уч.№ 1	Уч.№ 2	Уч.№ 3	Уч.№ 1	Уч.№ 2	Уч.№ 3
1.Контроль	0,43	0,45	0,44	1,1	1,3	1,2	6,2	6,9	6,5	37,1	45,1	39,8
2.Бисолбифит	0,43	0,45	0,44	1,3	1,4	1,3	7,0	7,3	7,1	39,2	49,1	42,1
3. $N_{12}P_{52}$	0,44	0,45	0,44	1,4	1,6	1,5	7,2	7,4	7,3	45,2	48,3	46,1
4.$N_{12}P_{52}$+m	0,45	0,46	0,45	1,6	1,9	1,7	7,3	7,9	7,5	48,2	52,0	50,1
5.$N_{16}P_{16}K_{16}$	0,42	0,45	0,43	1,3	1,5	1,4	7,5	7,7	7,6	44,2	49,1	46,2
6.$N_{16}P_{16}K_{16}$+m	0,44	0,45	0,44	1,5	1,9	1,6	8,0	8,4	8,1	50,1	55,6	52,1
7.$N_{10}P_{26}K_{26}$	0,44	0,46	0,44	1,4	1,6	1,5	7,9	7,5	7,7	46,3	49,1	48,5
8.$N_{10}P_{26}K_{26}$+m	0,45	0,45	0,45	1,8	1,8	1,8	7,4	8,2	7,7	48,1	50,5	48,4

Улучшение условий для минерального питания ярового ячменя за счет внесения таких комплексных удобрений как: азофос, аммофос, диаммофос, а также их совместное применение с микробиологическим препаратом «Бисолбифит», способствовало увеличению продуктивной кустистости, независимо от плодородия почвы.

Внесение в почву многокомпонентных минеральных удобрений увеличило длину колоса, что отразилось на итоговой урожайности. В результате внесения сложных удобрений и препарата Бисолбицид высота растений увеличилась на 25 % на менее плодородной почве. Чем выше был показатель плодородия почвы, тем меньше был прирост растения.

Важное место в возделывании сельскохозяйственных культур занимает качество. На яровом ячмене нужно соблюдать много технологических процессов, от механической обработки до обработки посевов средствами защиты растений, чтобы получить урожай должного качества. Среди главных показателей качества пивоваренного ячменя выделяют: массу 1000 зерен, экстрактивность и содержание сырого белка [6].

Масса 1000 зерен характеризуется выполненностью и размером зерна, на которые влияют технология выращивания и погодные условия в период созревания. В нашем опыте при выращивании ярового ячменя на почве с достаточным содержанием подвижного фосфора [6] масса 1000 зерен показала наилучший результат; по данным, приведенным в таблице 5, можно сделать вывод, что при использовании сложных минеральных удобрений улучшается выполненность зерна, приводящая к увеличению массы 1000 зерен. При добавлении к минеральным удобрениям биопрепарата Бисолбицид рост массы 1000 зерен увеличивается еще больше, независимо от плодородия почвы.

Таблица 5- Качественные показатели ярового ячменя

Вариант	Масса 1000 зерен, г			Сырой белок, %			Экстрактивность, %		
	Плодородие почвы								
	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3
1.Контроль	35,1	40,9	37,2	9,0	10,0	9,4	79	81	80
2.Бисолбифит	36,4	41,8	39,2	9,4	10,3	9,8	80	81	81
3. $N_{12}P_{52}$	39,8	41,8	40,8	9,1	9,4	9,2	81	81	81
4.$N_{12}P_{52}$+m	40,6	43,1	41,9	9,7	10,4	9,9	81	81	81
5.$N_{16}P_{16}K_{16}$	37,2	41,3	38,5	9,6	10,2	9,9	80	81	80
6.$N_{16}P_{16}K_{16}$+m	38,3	41,3	38,7	10,3	10,9	10,4	79	81	80
7.$N_{10}P_{26}K_{26}$	40,5	42,6	41,8	9,4	9,9	9,7	80	80	80
8.$N_{10}P_{26}K_{26}$+m	42,8	43,6	43,1	10,0	10,6	10,3	80	81	81

Ячмень яровой сорта Маргарет относится к типу пивоваренного, для него важны строгие рамки качества. Согласно ГОСТ 5060-86, зерно ячменя, поставляемое для пивоварения, должно содержать не более 12 % белка. Идеальными показателями являются 9-12 %, но не менее 8% [6]. Если содержание белка составляет меньше 8%, то для дрожжей не хватает белкового питания, тем самым нарушается вкус пива. Содержание белка в зерне при применении комплексных минеральных удобрений вышло на отметку в 9,1-10,3 %, тогда как с применением «Бисолбифит» этот показатель увеличился до 10,3-10,9 %, что соответствует показателям ГОСТ 5060-86. Биопрепарат «Бисолбифит» не повлиял на содержание сырого белка в ячмене, так как его основная задача – повышение урожайности.

В опыте также проводились исследования еще одного важного для пивоваренного ячменя показателя – экстрактивности. Экстрактивность является показателем, отвечающим за пивной вкус. Данный показатель практически не изменялся на всех опытных участках, независимо от плодородия почвы и применяемых минеральных удобрений.

Основная задача биопрепаратов – перераспределение минеральных удобрений для их лучшего усвоения. Это можно наглядно увидеть, если взять пробы зерна в фазе полная спелость (таблицы 6,7).

Таблица 6 – Содержание основных элементов питания в зерне в фазе полная спелость ,%

Вариант	Азот			Фосфор			Калий		
	Уровень плодородия почвы								
	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3
1.Контроль	1,59	1,75	1,63	0,96	0,96	0,96	0,78	0,67	0,71
2.Бисолбифит	1,68	1,80	1,74	1,05	1,01	1,03	0,77	0,73	0,75

Продолжение таблицы № 6

3. $N_{12}P_{52}$	1,61	1,65	1,63	1,01	0,95	0,94	0,64	0,62	0,63
4.$N_{12}P_{52}$+m	1,75	1,77	1,76	1,02	0,97	0,99	0,64	0,64	0,64
5.$N_{16}P_{16}K_{16}$	1,73	1,77	1,75	0,95	0,95	0,95	0,74	0,67	0,70
6.$N_{16}P_{16}K_{16}$+m	1,81	1,91	1,85	1,01	1,02	1,01	0,64	0,66	0,65
	1,65	1,72	1,68	0,96	0,88	0,90	0,67	0,66	0,66
7.$N_{10}P_{26}K_{26}$	1,76	1,88	1,80	0,96	0,96	0,96	0,68	0,70	0,68
8.$N_{10}P_{26}K_{26}$+m	1,65	1,72	1,68	0,96	0,88	0,90	0,67	0,66	0,66

Таблица 7 – Содержание основных элементов питания в соломе, в фазе полная спелость,%

Вариант	Азот			Фосфор			Калий		
	Уровень плодородия почвы								
	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3	Уч. 1	Уч. 2	Уч. 3
1.Контроль	0,65	0,82	0,77	0,37	0,35	0,36	1,10	1,15	1,12
2. Бисолбифит	0,76	0,83	0,80	0,41	0,43	0,42	1,21	1,31	1,26
3. $N_{12}P_{52}$	0,77	0,78	0,77	0,34	0,31	0,32	1,20	1,39	1,30
4.$N_{12}P_{52}$+m	0,82	0,82	0,82	0,39	0,33	0,34	1,35	1,45	1,40
	0,76	0,82	0,80	0,35	0,34	0,35	1,05	1,14	1,11
5.$N_{16}P_{16}K_{16}$	0,86	0,86	0,86	0,42	0,44	0,43	1,39	1,41	1,40
6.$N_{16}P_{16}K_{16}$+m	0,76	0,77	0,77	0,33	0,32	0,32	1,33	1,31	1,32
	0,82	0,80	0,82	0,39	0,33	0,35	1,35	1,46	1,39
7.$N_{10}P_{26}K_{26}$	0,76	0,77	0,77	0,33	0,32	0,32	1,33	1,31	1,32
8.$N_{10}P_{26}K_{26}$+m	0,82	0,80	0,82	0,39	0,33	0,35	1,35	1,46	1,39

Чем ниже была по плодородию почва, тем больше в ней накапливалось азота, тогда как на высокоплодородном участке данный показатель не изменился. При применении биопрепарата совместно со сложными удобрениями, содержание азота в ячмене увеличивалось, причем на любых по плодородию почвах.

Концентрация фосфора при покрытии минеральных удобрений биопрепаратом «Бисолбифит» имела тенденцию к повышению; в свою очередь, при этой же схеме показатели калия практически не менялись.

В соломе показатели азота изменялись при использовании минеральных удобрений совместно с биопрепаратом от 0,65 до 0,86 %, фосфора – 0,32-0,43 %, калия от 1,05 до 1,46 %. Более значимые изменения среди всех основных элементов питания в соломе характерны для калия, что связано с влиянием микроорганизмов, находящихся в биопрепарате «Бисолбифит».

Заключение

Таким образом, в результате полевого опыта в условиях хозяйства ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области на яровом ячмене установлено, что более высокая урожайность зерна получена на серой-лесной среднесуглинистой почве с высоким содержанием подвижного фосфора [7]. Применение комплексных сложных минеральных удобрений увеличивает урожайность ячменя при любом содержании подвижного фосфора в почве. Прибавка варьирует от 22 до 55 %. Самая высокая эффективность была показана на удобрениях, содержащих три макроэлемента и покрытых микробиологическим препаратом Бисолбифит.

На почве с высоким содержанием подвижного фосфора возрастает хозяйственный коэффициент, повышаются также продуктивная кустистость, высота стебля растения и длина самого колоса. Все вышеперечисленные показатели еще больше увеличиваются при совместном применении микробиологического препарата и макроудобрений.

При использовании биопрепарата «Бисолбифит» совместно со сложными удобрениями, за исключением аммофоса, увеличивается масса 1000 зерен, формируется при этом более выполненное зерно.

Содержание в зерне ярового ячменя сырого белка увеличивается на 0,5-1% в результате при-

менения обычных минеральных удобрений; при внесении биомодифицированного препарата данный показатель не меняется [7].

Благодаря увеличению массы соломы, зерна и изменению в них концентрации всех макроэлементов увеличивается накопление последних в 1,3-2 раза. Внесение под ячмень биомодифицированных азофосок, аммофоса и диаммофоса увеличило убранный урожай ячменя ярового. Накопление азота в зерне и соломе увеличилось на 12-16 %, показатели фосфора – на 20 %, калия – на 19 %.

Таким образом, биомодификация минеральных удобрений биопрепаратом «Бисолбифит» повышает коэффициент использования питательных элементов из удобрений. Опыт показал, что лучший результат биопрепарат

«Бисолбифит» дает при совместном использовании с трехкомпонентными минеральными удобрениями. Применение биопрепарата уменьшает затраты на закупку сложных удобрений, при этом увеличивая урожайность и качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика: в 3 т. /А.А.Жученко. М.: ООО «Изд-во Агрорус»,2008. Т.I.814 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=14368721
2. Уразалиев, Р.А. Минеральное питание ярового ячменя в севообороте/Р.А. Уразалиев, А.К. Умбетов, Ж.И. Кожабаев//Зерновое хозяйство. 2003. №4. С.15 URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=23562604
3. Чеботарь, В.К. Применение биомодифицированных минеральных удобрений/В.К. Чеботарь, А.А.Завалин, А.Г. Ариткин.- М.:ВНИИА; Ульяновск: УлГУ, 2014.-142 с. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=23562604
4. Чеботарь, В.К. Комплексное микробное удобрение «Бисолбимикс»/ В.К. Чеботарь, С. Наумкина, А.Ю. Борисов; ФГБНУ «ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии»;ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур».-СПб. : «Реноме», 2015. -240 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29091995
5. Ягодин, Б.А. Агрохимия/Б.А.Ягодин. М: Мир, 2006, 585 с. URL: http://naukarus.com/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-biomodifitsirovannyh-mikrobnym-preparatom-bisolbifit-na-urozhay-yarovogo-yachmenya
6. Чеботарь, В.К. Применение биомодифицированных минеральных удобрений/ В. К. Чеботарь, В.К. А. А. Завалин, А. Г. Ариткин .: Москва – Ульяновск. 2014.- 46 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22853913
7. Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) /отв. ред. И.А.Тихонович, Ю.В. Круглов. М.: Россельхозакадемия, 2005. 154 с.URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002767050
8. Гулидова, В.А. Особенности возделывания ячменя для производства солода/ В.А. Гулидова// Зерновое хозяйство. 2001. №3. С.26-29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20235830
9. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай/А.А.Завалин. М.:ВНИИА, 2005. 302 с. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=9217553
10. Иванов, А.Л. Приоритеты научного обеспечения земледелия/ А.Л. Иванов, А.А.Завалин// Агрохимия. 2011. №3. С.17-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=16215084
11. Климашевский, Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений/ Э.Л.Климашевский. М.: Агропромиздат, 1991.415 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001597860
12. Кореньков, Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений/Д.А. Кореньков. М.: Агроконсалт, 1999. 296 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000647698
13. Кулаковская, Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений/ Т.Н.Кулаковская. М.: Агропромиздат, 1990. 219 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001520472
14. Мосолов, И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений/ И.В.Мосолов. М.: Колос, 1979. 255 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007655314
15. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии/под ред. А.А.Завалина. М.: Россельхозакадемия, 2000. 82 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19421974

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF BIO-MODIFIED MINERAL FERTILIZERS FOR BARLEY

Konyaev Evgeniy R., *Postgraduate Student of the Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, ker-2019@yandex.ruu*

Kostin Yakov V., *Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, ker-2019@yandex.ru*

Zakharova Olga A., *Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of gronomy and Agrotechnologies, ol-zahar.ru@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Trots Natalya M., *Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Dean of the Faculty of Agronomy, Samara State Agrarian University, troz_shi@mail.ru*

Problem and purpose. *The aim was to study the possibility of effective use of microbiological preparations in the cultivation of spring barley. Field experiments conducted earlier showed the positive effect of biological products on the yield of spring barley. This was due to the increased utilization of nutrients from fertilizers. The basis of the field experiment was the use of biological preparation Bisolbicide, developed at the All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology.*

Methods. *To achieve the purpose, a field experiment was carried out in the farm of JSC "Malinishchi" in Pronsky district of Ryazan region at three sites. Fertilizers were first coated with biological preparation Bisolbicide, which was a contact bactericide in liquid form, of genus Bacillus subtilis. Then fertilizers were applied to the soil during sowing in a row method together with the seeds of spring barley. Harvesting on the experimental plots was carried out in the first decade of August by direct combining with an ACROS 595 Plus combine harvester.*

Results. *The experiment has shown that the use of mineral fertilizers increases the yield and quality indicators of spring barley. However, the highest result was shown when mineral fertilizers were coated with biological preparation Bisolbicide.*

Conclusion. *As a result of the field experiment, the relevance of using biological preparation Bisolbicide was established. When processing with it complex mineral fertilizers, the highest indicators of the yield of the mass of 1,000 seeds, the protein content in the grain, as well as the length of the ear and productive tillering were shown. An increase in the above indicators of spring barley was observed in all areas of the field experiment, regardless of the presence of mobile phosphorus and applied fertilizers in the soil.*

Key words: *barley, microbiology, preparations, field experiment, grain quality indicators.*

Literatura

1. ZHuchenko, A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika: v 3 t. /A.A.ZHuchenko. M.: OOO «Izd-vo Agrorus»,2008. T.I.814 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=14368721

2. Urazaliev, R.A. Mineral'noe pitanie yarovogo yachmenya v sevooborote/R.A. Urazaliev, A.K. Umbetov, ZH.I. Kozhabaev//Zernovoe hozyajstvo. 2003. №4. S.15 URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=23562604

3. CHebotar', V.K. Primenenie biomodificirovannyh mineral'nyh udobrenij/V.K. CHebotar', A.A.Zavalin, A.G. Aritkin.- M.:VNIIA; Ul'yanovsk: UlGU, 2014.-142 s. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=23562604

4. CHebotar', V.K. Kompleksnoe mikrobnoe udobrenie «Bisolbimiks»/ V.K. CHebotar', S. Naumkina, A.YU. Borisov; FGBNU «VNII sel'skohozyajstvennoj mikrobiologii»;FGBNU «VNII zernobobovyh i krupyanyh kul'tur».-SPb. : «Renome», 2015. -240 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29091995

5. YAgodin, B.A. Agrohimiya/B.A.YAgodin. M: Mir, 2006, 585 s. URL: http://naukarus.com/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-biomodifitsirovannyh-mikrobnym-preparatom-bisolbifit-na-urozhay-yarovogo-yachmenya

6. CHebotar', V.K. Primenenie biomodificirovannyh mineral'nyh udobrenij/ V. K. CHebotar', V.K. A. A. Zavalin, A. G. Aritkin .: Moskva – Ul'yanovsk. 2014.- 46 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22853913

7. Biopreparaty v sel'skom hozyajstve (metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve) /otv.red. I.A.Tihonovich, YU.V. Kruglov. M.: Rossel'hozakademiya, 2005. 154 s.URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002767050

8. Gulidova, V.A. Osobennosti vozdelyvaniya yachmenya dlya proizvodstva soloda/ V.A. Gulidova// Zernovoe hozyajstvo. 2001. №3. S.26-29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20235830

9. Zavalin, A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj/A.A.Zavalin. M.:VNIIA, 2005. 302 s. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=9217553

10. Ivanov, A.L. Prioritety nauchnogo obespecheniya zemledeliya/ A.L. Ivanov, A.A.Zavalin// Agrohimiya. 2011. №3. S.17-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=16215084

11. Klimashevskij, E.L. Geneticheskij aspekt mineral'nogo pitaniya rastenij/E.L.Klimashevskij. M.: Agropromizdat, 1991.415 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001597860

12. Koren'kov, D.A. Agroekologicheskie aspekty primeneniya azotnyh udobrenij/D.A. Koren'kov. M.: Agrokonsalt, 1999. 296 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000647698

13. Kulakovskaya, T.N. Optimizaciya agrohimicheskoj sistemy pochvennogo pitaniya rastenij/ T.N.Kulakovskaya. M.: Agropromizdat, 1990. 219 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001520472

14. Mosolov, I.V. Fiziologicheskie osnovy primeneniya mineral'nyh udobrenij/I.V.Mosolov. M.: Kolos, 1979. 255 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007655314

15. Ocenkaeffektivnostimikrobnyhpreparatovvzemledelii/podred.A.A.Zavalina.M.:Rossel'hozakademiya, 2000. 82 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19421974

УДК 612.119:636.92 DOI 10.36508/RSATU.2021.89.35.004

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ «ДЕЛЬЦИД» И «КРЕОЛИН» ПРИ МЕЛОФАГОЗЕ ОВЕЦ

КУКУШКИНА Татьяна Романовна *аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных (ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ) tkuckusc4kina@yandex.ru*

САЙТХАНОВ Эльман Олегович *канд. биол. наук, доцент; зав. кафедрой ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ, elmanrzn@gmail.com*

НОВИКОВ Никита Михайлович, *аспирант кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, newweekoff@gmail.com*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Цель исследований заключалась в сравнении инсектоакарицидной эффективности препаратов «Дельцид» и «Креолин» при мелофагозе овец при их комплексном применении в виде обработок животных аэрозольным методом, в сочетании с ветеринарно-санитарной обработкой мест содержания методом орошения.*

Методология. *Объект исследования: овцы Романовской породы. Для изучения оценки эффективности препаратов были отобраны животные с клиническими проявлениями мелофагоза и сформированы две группы: опытная группа и группа сравнения (n=6). Группы формировались по принципу аналогов: по живой массе (средняя живая масса 57кг), по возрасту (2 года), по половой принадлежности (самки (ярки)). Животных опытной группы обрабатывали препаратом «Дельцид» (производитель ООО «АВЗ-СП», действующее вещество – дельтаметрин). Овец в группе сравнения обрабатывали поликомпонентным препаратом «Креолин» (производитель АО «ЗВП», основные действующие компоненты – крезол, нафталин, смоляные кислоты).*

Результаты. *При оценке инсектоакарицидной активности препаратов установлено, что средняя интенсивность инвазии в опытной группе составила 56,2±3,25; в группе сравнения – 52,8±3,16, при этом разница оказалась статистически недостоверной. При обработке данных гематологических исследований мы установили, что в опытной группе количество эритроцитов выросло на 31,1 %, гемоглобина на 41,0 % по сравнению с показателями до лечения, а в контрольной группе – на 59,6 % и 44,5 %, соответственно.*

Заключение. *На основании полученных в результате исследований данных можно сделать вывод о том, что препараты «Креолин» и «Дельцид» показали схожую инсектоакарицидную эффективность. Необходимо отметить, что при клиническом применении обоих средств отсутствует их негативное влияние на основные физиологические параметры, а также на общеклинические и биохимические показатели крови овец.*

Ключевые слова: *мелофагоз, овцы, инсектоакарициды, ветеринарно-санитарная обработка, Дельцид, Креолин.*

Введение

Паразитарные заболевания являются одной из существенных причин, приводящих к снижению продуктивности животных. Многочисленные литературные данные свидетельствуют о широком их распространении во всем мире [1].

По утверждению Б. М. Багамаева одним из факторов снижения показателей овцеводства являются эктопаразиты. Ежегодно во многих районах регистрируют псороптоз, мелофагоз и другие паразитарные заболевания, что приводит к необходимости проведения дезинсекции [2, 3, 10].

Несмотря на стремительное развитие ветеринарной науки, появление на фармацевтических и химических рынках новых ветеринарно-санитарных средств и инсектоакарицидных препаратов проблема истребления паразитозов в животноводческих помещениях остается актуальной по многим причинам. Среди основных следует выделить несколько факторов: способность паразитов адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды, в том числе к противопаразитарным средствам и средствам дезинвазии. Отсюда можно сделать вывод, что одна из важнейших задач ветеринарной науки – обеспечение животноводства, в частности овцеводства, эффективными средствами и способами профилактики и борьбы, которые, в свою очередь должны быть удобными в использовании, не оказывающими отрицательного действия на животных. [4, 7, 8,].

Характеристика заболевания

Среди наиболее распространенных инсектоакарицидных заболеваний овец выделяют мелофагоз. Возбудителем заболевания является муха из отряда Diptera, семейства Hippoboscidae – Melophagusovinus. Расшифровывается название возбудителя как рунец овечий.

Паразитирование рунца на кожном покрове овец вызывает возникновение патологических процессов различного характера, в том числе обусловленных местной аллергической реакцией. Такие патологические изменения, в свою очередь,

© Кукушкина Т. Р., Сайтханов Э. О., Новиков Н. М., 2021 г.

приводят к появлению изнуряющего зуда, самотравмированию и, как следствие, к дерматитам как септических, так и асептических форм [4,5]. В дальнейшем появляются участки частичного заживления со струпьями и аллопециями. Воспалительные процессы, развивающиеся во всех слоях кожи, приводят к сильнейшим интоксикациям, а хроническая кровопотеря – к развитию анемического синдрома. [5, 13, 15].

Наиболее эффективным приемом при профилактике как мелофагоза, так и других инсектоакарицидных заболеваний является соблюдение зоогигиенических режимов содержания животных, своевременное проведение инсектоакарицидных обработок животных, а также дезинвазии помещений [9,10,11]. Рынок современных лекарственных и ветеринарно-санитарных средств зачастую ставит ветеринарных специалистов перед выбором, правильность которого зависит от своевременной и грамотной клинической апробации препаратов.

Цель наших исследований заключалась в сравнении инсектоакарицидной эффективности препаратов «Дельцид» и «Креолин» при мелофагозе овец при их комплексном применении в виде обработок животных аэрозольным методом в сочетании с ветеринарно-санитарной обработкой мест содержания методом орошения.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

провести клиническое исследование овец вивария ФГБОУ ВО РГАТУ на наличие эктопаразитарного поражения с последующей видовой идентификацией паразита;

провести обработку животных препаратами «Креолин» и «Дельцид» и изучить ихинсектоакарицидную эффективность, а также влияние на клинические и гематологические показатели животных;

провести сравнительную оценку эффективности препаратов «Дельцид» и «Креолин».

Объекты и методы исследований

Научно-исследовательская работа была проведена в марте 2021года. Лабораторные исследования были проведены на базе кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ. Научно-практическая работа проводилась в виварии ФГБОУ ВО РГАТУ. Объектом исследования являлись овцы Романовской породы. Для изучения оценки эффективности препаратов были отобраны животные с клиническими проявлениями мелофагоза и сформированы две группы: опытная группа и группа сравнения (n=6). Группы формировались по принципу аналогов: по весу (средняя живая масса 57кг), по возрасту (2 года), по половой принадлежности (самки (ярки)).

Ярки и овцематки содержатся отдельно от баранов-производителей, овцематки с ягнятами содержатся в специализированных боксах увеличенной площади.

Животных опытной группы обрабатывали препаратом «Дельцид» (производитель ООО «АВЗ-СП», действующее вещество – дельтаметрин). Овец в группе сравнения обрабатывали поликомпонентным препаратом «Креолин» (производитель АО «ЗВП», основные действующие компоненты – крезол, нафталин, смоляные кислоты) [4, 12, 14].

Перед началом эксперимента оба загона были тщательно убраны, механически очищены от старой подстилки. За месяц до обработки овцы были острижены, перед самой обработкой выдержаны на голодной диете в течение 10 часов.

Для обработки первого загона использовали инсектоакарицидный препарат группы синтетических перитроидов – «Дельцид». Препарат был разведен – 19мл на 5 литров воды для обработки 100 м² поверхности. Рабочим раствором были обработаны все поверхности загона, через 1,5 часа экспозиции помещение было проветрено.

Для обработки самих животных использовали препарат в разведении 1,3 мл препарата на 2 литра воды (для обработки одного животного). Обработка проводилась путем опрыскивания и точечного проливания в местах наиболее частого скопления паразита (шея, подмышечные впадины, паховая зона).

Лечебную обработку животных и дезинвазию мест содержания проводили двукратно с интервалом 10 дней в соответствии с биологическими особенностями развития паразита.

Для обработки второго загона и группы овец использовали инсектоакарицидный препарат группы синтетических перитроидов – «Креолин» в разведении 100 мл препарата на 5 л воды.

Зараженность овец изучали путем полного обследования шерстного покрова. Отлавливали насекомых с помощью анатомического пинцета и мануально. Интенсивность инвазии определяли по формуле: I = m/n, где I – интенсивность инвазии, m – число обнаруженных паразитов у исследуемых животных, n – число зараженных животных.

Для гематологических и биохимических исследований брали кровь из яремной вены с соблюдением правил асептики и антисептики. Оценку клинического состояния животных проводили в соответствии с общепринятыми методами ветеринарной клинической диагностики, определяли такие параметры как температура тела, частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхательных движений (ЧДД), тургор кожи, состояние шерстного покрова, цвет видимых слизистых, аппетит, активность.

Оценку клинического состояния, забор крови и паразитологическое исследование на зараженность овец осуществляли в трех контрольных точках – в начале опыта перед лечебной обработкой животных (0 дней), на 10-й день после обработки (10 дней), а также на 30-й день от начала исследований (30 дней).

Общеклинический анализ крови проводили на гематологическом анализаторе Abacus Juniorvet. Биохимические исследования крови проводили на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе ChemWell 2910 Combi.

Статистическую обработку данных проводили с использованием критериев Стьюдента, Манна-Уитни. Нормальность распределения данных оценивали с использованием критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследований

В виварии ФГБОУ ВО РГАТУ овцы содержатся групповым методом в загонах с металлическим ограждением, бетонными полами; в качестве подстилки используется солома (ячменная, пшеничная). Площадь загона в пересчете на 1 голову составляет: на одного барана – 1,7-5 кв. м, на овцематку – 1,2-3 кв. м, молодняка – 0,8-2 кв. м. В соответствии с методическими рекомендациями по технологическому проектированию овцеводческих объектов (РД-АПК 1.10.03.02-12) для овец овчинно-шубного типа должны быть соблюдены параметры проектирования помещений, отраженные в таблице 1 [16].

Таблица 1 – Нормативы площади пола в групповых секциях на 1 голову, м^2

Половозрастная группа	Нормативная площадь согласно РД-АПК 1.10.03.02-12	Расчетная площадь загонов в виварии ФГБОУ ВО РГАТУ
Матка холостая	1,0	1,1
Матка суягная	1,7	1,5
Матка подсосная с ягнятами в возрасте до 10 дней	2,5	4
Матка подсосная с ягнятами в возрасте старше 10 дней (при зимнем ягнении)	2,2	4
Матка подсосная с ягнятами в возрасте до 10 дней (при весеннем ягнении)	1,4	4
Ремонтный молодняк	1,9	1,7

Как видно из данных, приведенных в таблице, отдельные показатели площади содержания овец в виварии ФГБОУ ВО РГАТУ отклоняются от нормативных. Так, для баранов-производителей площадь в пересчете на 1 голову на 0,5 м² (на 25 %) больше требуемой. Помещения для содержания подсосных маток с ягнятами в возрасте как до 10 дней, так и старше 10 дней от рождения – на 60 и 81 % соответственно. Важно отметить, что загон для содержания ремонтного молодняка по площади на 10,5 % меньше нормы, что могло послужить одной из причин возникновения паразитарных заболеваний, в том числе мелофагоза овец. То же мы можем наблюдать по группе суягных маток, что связано с отсутствием отдельного загона для их содержания – они содержатся совместно с холостыми матками.

В ходе проведения научно-исследовательской работы при осмотре животных на их кожном покрове был найден овечий рунец (Melophagusovinus, семейство Hippoboscidae отряд Diptera) на всех стадиях развития паразита, который и является возбудителем мелофагоза (рис.1).

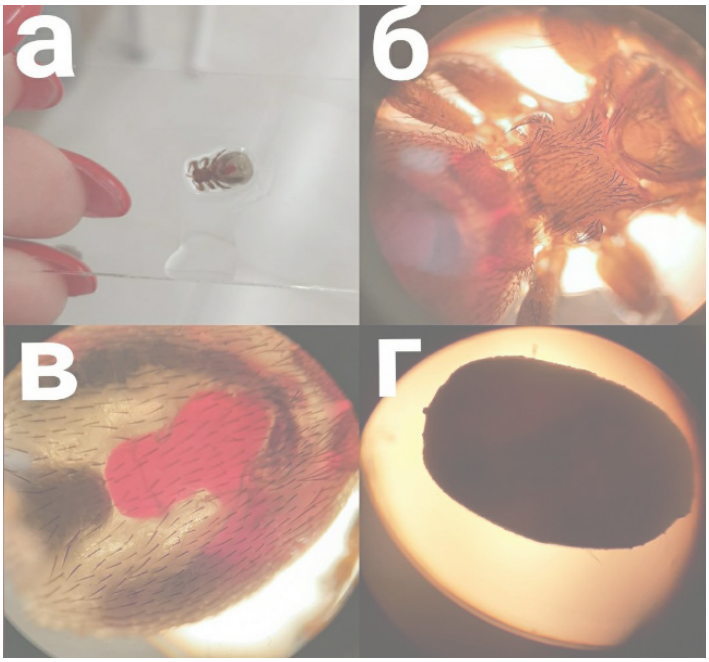


Рис. 1– Melophagusovinus: а) имаго без увеличения; б) голова и грудь имаго под увеличением х40; в) брюшко имаго под увеличением х40; г) куколка под увеличением х40.

Средняя интенсивность инвазии в опытной группе составила 56,2±3,25; в группе сравнения – 52,8±3,16, при этом разница оказалась статистически недостоверной.

При оценке клинического состояния овец до и после обработок мы отметили, что все показатели, представленные в таблице 2, находятся в пределах нормы.

Таблица 2 – Показатели физиологического состояния овец.

Показатели	0 дней		10 дней		30 дней	
	Креолин	Дельцид	Креолин	Дельцид	Креолин	Дельцид
Температура тела, ^{0}C	39,3	39,1	39,2	39	39,1	39,1
ЧСС, уд/мин	85	84	87	88	86	87
ЧДД, дд/мин	14	13	13	12	12	12
Тургор кожи	N	N	N	N	N	N
Состояние шерстного покрова	N	N	N	N	N	N
Аппетит	N	N	N	N	N	N
Активность	N	N	N	N	N	N

Примечание: N – соответствует физиологической норме

Исходя из данных таблицы, видим, что температура тела колеблется в пределах физиологической нормы; ЧСС и ЧДД также изменяются незначительно. При статистической обработке цифровых данных разницы, соответствующей необходимому уровню значимости, не выявлено. Тургор кожи, состояние шерстного покрова, аппетит и активность во время эксперимента и после его окончания не изменились. Важно отметить, что, несмотря на наличие личинок и имаго Melophagusovinus состояние шерстного покрова и кожи соответствовало физиологическим и породным особенностям, как на момент начала опыта, так и на промежуточном и конечном этапах исследования. Руководствуясь этими данными, мы можем сделать вывод: обработка исследуемыми препаратами не влияет на физиологическое состояние животных, что говорит о безопасности использования инсектоакарицидов из группы синтетических перитроидов (табл. 3).

Таблица 3 – Гематологические показатели овец

Показатели	Опыт		Группа сравнения		Референсные значения*
	До	После	До	После	
Лейкоциты тыс/мкл (10^9/л)	5,60±0,14	5,96±0,32	6,02±0,12	6,3±0,18	6,0-14,0
Лимфоциты,%	51,5±1,2	50,1±1,07	48,1±1,09	49,3±1,0	40-50
Эритроциты млн/мкл (101^2/л)	6,1±0,1	8,0±0,12**	5,45±0,1	8,7±0,09**	7,0-12,0
Гемоглобин, г/л	78±2	110±1**	74±1	107±2**	79-119
Гематокрит,%	32,57±1,3	37,06±1,25	37,95±2,0	34,29±1,6	35-45
Тромбоциты тыс/мкл (10^9/л)	265±2	412±3	271±2	440±3	270-500

Примечание: * – в соответствии с данными, приведенными в справочнике «Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики», под редакцией И.П. Кондрахина [6]; ** – разница достоверна при p≤0,05

Исходя из данных таблицы 3, видим, что у обеих групп на момент начала эксперимента наблюдается анемия, связанная с паразитированием кровососущих насекомых. Количество эритроцитов в контрольной группе было ниже на 22,1 %, а в опытной – на 12,9 % относительно нижней границы нормы. Помимо обработок инсектоакарицидными препаратами для стимуляции гемопоэза и устранения симптомов анемии всем овцам (как в контрольной, так и в опытной группах) была назначена терапия в виде в/м инъекций гемобаланса по 1.3 мл 4 раза с интервалом 48 часов. После обработки исследуемыми препаратами анемия отсутствовала, что говорит о положительном действии препаратов на причину заболевания. При обработке данных гематологических исследований было установлено, что в опытной группе количество эритроцитов выросло на 31,1 %, гемоглобина на 41,0 % по сравнению с показателями до лечения, а в контрольной группе – на 59,6 % и 44,5 %, соответственно. При этом разница была статистически достоверна при p≤0,05.

Учитывая эти показатели, можем сделать вывод: инсектоакарицидные препараты «Дельцид» и «Креолин» из группы синтетических пиретроидов не влияют на гематологические показатели в целом, но оказывают благоприятное действие в отношении мелофагоза.

Таблица 4 – Биохимические показатели крови овец

Показатели	Опыт		Группа сравнения		Референсные значения*
	До	После	До	После	
Глюкоза ммоль/л	1,95±0,25	2,0±0,34	2,6±0,21	2,76±0,61	1,94-3,33
Общий белок г/л	62,3±1,1	64,7±3,4	68,7±2,2	64,3±2,4	42-97
Мочевина ммоль/л	2,65±0,57	2,76±0,81	3,12±1,1	3,0±0,74	3,0-9,0
АЛТ ммоль/л	87±4	81±4	76±8	70±3	До 124
АСТ ммоль/л	15±1,1	13±1,4	21±0,9	18±1,4	До 44
Креатинин ммоль/л	34±4	36±2	27±4	29±6	16-120
Кальций ммоль/л	3,0±0,8	3,12±0,7	3,0±1,2	3,2±0,8	2,49-3,24
Фосфор ммоль/л	1,7±0,12	1,4±0,15	1,3±0,21	1,9±0,17	1,45-1,61
Щелочная фосфатаза, ед/л	59±7	65±3	73±5	74±5	До 156

Примечание: * – с учетом данных, приведенных в справочнике «Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики», под редакцией И.П. Кондрахина [6]; ** – разница достоверна при p≤0,05

По данным таблицы 4 видим, что биохимические показатели крови варьируют в пределах нормы; статистически значимой разницы в аналогичных показателях контрольных и опытных животных не установлено. Это говорит о том, что паразитирование *Melophagusovinus,* а также обработка испытуемыми препаратами не оказывают влияния на биохимические показатели крови овец.

При изучении данных интенсивности инвазии (табл. 5) установлена четкая тенденция к снижению данного показателя как у опытных животных, так и у животных, которых обрабатывали креолином.

Таблица 5 – Интенсивности инвазии овец

Показатели	0 дней		10 дней		30 дней	
	Креолин	Дельцид	Креолин	Дельцид	Креолин	Дельцид
Интенсивность инвазии овец	52,8±3,16	56,2±3,25	2,8±1,1	4,2±0,5	0	0

Средняя интенсивность инвазии в опытной группе на 10-й день исследования составила 4,2±0,5 %; в группе сравнения – 2,8±1,1%, при этом разница оказалась статистически недостоверной, что указывает на отсутствие межгрупповой разницы. Через 30 дней после обработки ни имагинальных форм, ни куколок обнаружено не было.

Выводы

На основании полученных в результате исследований данных можно сделать вывод о том, что препараты «Креолин» и «Дельцид» показали схожую инсектоакарицидную эффективность. Необходимо отметить, что при клиническом применении обоих средств отсутствует их негативное влияние на основные физиологические параметры, а также на общеклинические и биохимические показатели крови овец.

Список литературы

1.J. Venom. Medically important beetles (insecta: coleoptera) of Iran. Anim. Toxins incl. Trop. Dis 14 (4) 2008.DOI: 10.1590/S1678-91992008000400004.

2. Основы ветеринарной санитарии : учебное пособие для вузов / Н. В. Сахно, В. С. Буяров, О. В. Тимохин [и др.] ; Под общей редакцией Н. В. Сахно. — 3-е, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-7581-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162388.

3. Багамаев Б. М. Эктопаразитозы овец на Ставрополье/ Б.М. Багамаев, Л.Н. Комарова, Е.В.Горячая // Российский паразитологический журнал.– 2011. –№3.–С.20-23 URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ektoparazitozy-ovets-na-stavropolie.

4. Кузнецова, Д.С. Эффективность ветеринарного препарата «Лактоверм» при псороптозах жвачных / Д.С. Кузнецова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2018. — № 4. — С. 67-70.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36817195.

5. Евстафьева, В.А. Биохимические изменения в сыворотке крови овец при различной интенсивности мелофагозной инвазии / В.А. Евстафьева,

Е.А. Алексеева, В.В. Мельничук // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". — 2016. — № 3. — С. 36-39.URL: http://repo.vsavm.by/handle/123456789/989

6. Кондрахин, И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И.П. Кондрахин // Справочник/– М.: КолосС, 2004. – 520с. URL: https://booksee.org/book/770148

7. Герцева, К.А. Эффективность профилактических мероприятий при железодефицитной анемии в свиноводстве / К.А. Герцева, Е.В Киселева, В.В. Кулаков, Д.В. Дубов, А.Г. Зарытовская // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2020. № 4 (48).– С. 34-38.URL:https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-profilakticheskih-meropriyatiy-prn-zhelezodefitsitnoy-anemii-v-svinovodstve

8. Ситчихина, А.В. Изучение эффективности схемы профилактики бронхопневмонии телят с применением драксина и гемобаланса/ А.В. Ситчихина // Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. 2019. С. 106-110.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38488858

9. Федосова, О.А. Современные аспекты изучения гемостатической функции у животных / О.А. Федосова, Г.В. Уливанова, А.В. Сакаев, А.А. Фетисова, Д.Н. Бышова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. 2020. С. 285-289.URL: http://www.rgatu.ru/archive/sborniki_konf/09_12_20/sbor_1.pdf

10. Ломова, Ю.В. Ветеринарно-санитарные мероприятия – важное звено в профилактике зоонозных инфекций / Ю.В. Ломова, Е.А. Вологжанина // Материалы Международной научно-практической конференции,посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. 2020. С. 232-235.URL: http://www.rgatu.ru/archive/sborniki_konf/09_12_20/sbor_1.pdf

11.Ветеринарная санитария : учебное пособие / А. А. Сидорчук, В. Л. Крупальник, Н. И. Попов [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1071-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169096.

12. Vijay Kumar Singh. Synthetic pyrethroids: a brief review of effects on mammalian system toxicology / Singh Vijay Kumar // Department of Zoology, Faculty of Life sciences, Agra College, Agra. 2013. – P. 57. DOI:10.13140/2.1.1985.4082

13. Du Toit, R. The external parasites of sheep / R. Du Toit // Fly pest. -Farningin in South Africa. 1938. - Vol.13, №. 151. - P. 401-404.URL: https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA00148490_1357

14. Bradbury, Steven and Coats, Joel/ (1989). Comparative Toxicology of the Pyrethroid Insecticides. Reviews of environmental contamination and toxicology. 108. DOI:10.1007/978-1-4613-8850-0_4

15. Parravani A, Chivers CA, Bell N, Long S, Burden F and Wall R, 2019. Seasonal abundance of the stable fly Stomoxyscalcitrans in southwest England. MedicalandVeterinaryEntomology,DOI 33, 485–490. 10.1111

16. РД-АПК 1.10.03.02-12. Методические рекомендации по технологическому проектированию овцеводческих объектов. [Текст]. – Введ. 2012-10-01. – М.:Система рекомендательных документов агропромышленного комплекса, 2012. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200105652

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PREPARATIONS "DELCID" AND "CREOLIN" WHEN MELOFAGOSIS OF SHEEP

Kukushkina Tatyana R., *Postgraduate Student, Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, tkuckusc4kina@yandex.ru*

Saitkhanov Elman O., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, elmanrzn@gmail.com*

Novikov Nikita M., *Postgraduate Student, Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, newweekoff@gmail.com*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *The purpose of the study was to compare the insect-anti-mite efficiency of Delcid and Creolin preparations for melofagosis in sheep when they are used in the form of aerosol treatment of animals in combination with veterinary and sanitary irrigation of places of management.*

Methods. *The research object was sheep of Romanov breed. To study the evaluation of the efficiency of preparations, animals with clinical manifestations of melofagosis were selected and two groups were formed: an experimental one and a comparison one (n=6). The groups were formed according to the principle of analogues: by live weight (average live weight 57 kg), by age (2 years), by sex (females (ewe). Animals of the experimental group were treated with Delcid (manufactured by LLC "AVZ-SP", the acting substance is deltamethrin) Sheep in the comparison group were treated with poly-component preparation Creolin (manufactured by JSC "ZVP", the main active ingredients are cresol, naphthalene, resin acids).*

Results. *When evaluating the insect-anti-mite activity of the preparations, it was found that the average intensity of invasion in the experimental group was 56.2±3.25 and 52.8±3.16 in the comparison group, while the difference was statistically insignificant. When processing the data of hematological studies, it was found that the number of erythrocytes in the experimental group increased by 31.1 % and hemoglobin by 41.0 %*

compared with those before treatment. The control group had the increase by 59.6 % and 44.5 %, respectively. ***Conclusion.*** *On the basis of the data obtained as a result of the research, it can be concluded that preparations Creolin and Delcid showed a similar insect-anti-mite efficiency. It should also be noted that with the clinical use of both preparations, there is no negative effect on the main physiological parameters, as well as on the general clinical and biochemical parameters of the blood of sheep.*

Key words: *melofagosis, sheep, insect-anti-mite preparations, veterinary and sanitary treatment, Delcid, Creolin.*

Literatura

1.J. Venom. Medically important beetles (insecta: coleoptera) of Iran. Anim. Toxins incl. Trop. Dis 14 (4) 2008.DOI: 10.1590/S1678-91992008000400004.

2. Osnovy veterinarnoj sanitarii : uchebnoe posobie dlya vuzov / N. V. Sahno, V. S. Buyarov, O. V. Timohin [i dr.] ; Pod obshchej redakciej N. V. Sahno. — 3-e, ster. — Sankt-Peterburg : Lan', 2021. — 172 s. — ISBN 978-5-8114-7581-0. — Tekst : elektronnyj // Lan' : elektronno-bibliotechnaya sistema. — URL: https://e.lanbook.com/book/162388.

3. Bagamaev B. M. Ektoparazitozy ovec na Stavropol'e/ B.M. Bagamaev, L.N. Komarova, E.V.Goryachaya // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal.– 2011. –№3.–S.20-23 URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ektoparazitozy-ovets-na-stavropolie.

4. Kuznecova, D.S. Effektivnost' veterinarnogo preparata «Laktoverm» pri psoroptozah zhvachnyh / D.S. Kuznecova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". — 2018. — № 4. — S. 67-70.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36817195.

5. Evstaf'eva, V.A. Biohimicheskie izmeneniya v syvorotke krovi ovec pri razlichnoj intensivnosti melofagoznoj invazii / V.A. Evstaf'eva, E.A. Alekseeva, V.V. Mel'nichuk // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". — 2016. — № 3. — S. 36-39.URL: http://repo.vsavm.by/handle/123456789/989

6. Kondrahin, I.P. Metody veterinarnoj klinicheskoj laboratornoj diagnostiki / I.P. Kondrahin // Spravochnik/– M.: KolosS, 2004. – 520s. URL: https://booksee.org/book/770148

7. Gerceva, K.A. Effektivnost' profilakticheskih meropriyatij pri zhelezodeficitnoj anemii v svinovodstve / K.A. Gerceva, E.V Kiseleva, V.V. Kulakov, D.V. Dubov, A.G. Zarytovskaya // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. – 2020. № 4 (48).– S. 34-38.URL:https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-profilakticheskih-meropriyatiy-prn-zhelezodefitsitnoy-anemii-v-svinovodstve

8. Sitchihina, A.V. Izuchenie effektivnosti skhemy profilaktiki bronhopnevmonii telyat s primeneniem draksina i gemobalansa/ A.V. Sitchihina // Sbornik nauchnyh trudov po rezul'tatam raboty IV mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2019. S. 106-110.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38488858

9. Fedosova, O.A. Sovremennye aspekty izucheniya gemostaticheskoj funkcii u zhivotnyh / O.A. Fedosova, G.V. Ulivanova, A.V. Sakaev, A.A. Fetisova, D.N. Byshova // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR akademika MAEP i RAVN Bochkareva YA.V. 2020. S. 285-289.URL: http://www.rgatu.ru/archive/sborniki_konf/09_12_20/sbor_1.pdf

10. Lomova, YU.V. Veterinarno-sanitarnye meropriyatiya – vazhnoe zveno v profilaktike zoonoznyh infekcij / YU.V. Lomova, E.A. Vologzhanina // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii,posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR akademika MAEP i RAVN Bochkareva YA.V. 2020. S. 232-235.URL: http://www.rgatu.ru/archive/sborniki_konf/09_12_20/sbor_1.pdf

11.Veterinarnaya sanitariya : uchebnoe posobie / A. A. Sidorchuk, V. L. Krupal'nik, N. I. Popov [i dr.]. — 2-e izd., ster. — Sankt-Peterburg : Lan', 2021. — 368 s. — ISBN 978-5-8114-1071-2. — Tekst : elektronnyj // Lan' : elektronno-bibliotechnaya sistema. — URL: https://e.lanbook.com/book/169096.

12. Vijay Kumar Singh. Synthetic pyrethroids: a brief review of effects on mammalian system toxicology / Singh Vijay Kumar // Department of Zoology, Faculty of Life sciences, Agra College, Agra. 2013. – R. 57. DOI:10.13140/2.1.1985.4082

13. Du Toit, R. The external parasites of sheep / R. Du Toit // Fly pest. -Farningin in South Africa. 1938. - Vol.13, №. 151. - P. 401-404.URL: https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA00148490_1357

14. Bradbury, Steven and Coats, Joel/ (1989). Comparative Toxicology of the Pyrethroid Insecticides. Reviews of environmental contamination and toxicology. 108. DOI:10.1007/978-1-4613-8850-0_4

15. Parravani A, Chivers CA, Bell N, Long S, Burden F and Wall R, 2019. Seasonal abundance of the stable fly Stomoxyscalcitrans in southwest England. MedicalandVeterinaryEntomology,DOI 33, 485–490. 10.1111

16. RD-APK 1.10.03.02-12. Metodicheskie rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu ovcevodcheskih ob"ektov. [Tekst]. – Vved. 2012-10-01. – M.:Sistema rekomendatel'nyh dokumentov agropromyshlennogo kompleksa, 2012. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200105652

УДК 637.12.04/.07:612.33

DOI 10.36508/RSATU.2021.45.42.005

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАТИПИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

КУЛАКОВ Виталий Владиславович, *канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных (ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ), kulakov.vitalii@yandex.ru*

ФЕДОСОВА Ольга Александровна, *канд. биол. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, fedosowa1986@mail.ru*

УЛИВАНОВА Галина Викторовна, *канд. биол. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, darinelle@mail.ru*

КАРЕЛИНА Ольга Александровна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, olg90945056@yandex.ru*

САЙТХАНОВ Эльман Олегович, *канд. биол. наук, заведующий кафедрой ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ, elmanrzn@gmail.com*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является комплексное изучение молочной продуктивности коров черно-пестрой породы, физико-химических свойств молока и обусловленность их различными факторами.*

Методология. *Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе изучалось влияние уровня продуктивности коров на химический состав и физико-химические свойства молока. На втором этапе изучаемым паратипическим фактором был выбран возраст коров дойного стада. На третьем этапе было проведено сравнение показателей новотельных коров с соответствующими показателями коров дойного стада на стадии разгара лактации в зависимости от возраста животных. Основными изучаемыми показателями в молоке коров были МДБ, МДЖ, кислотность, СОМО, плотность, температура замерзания, а также содержание в молоке кальция и фосфора.*

Результаты. *В ходе анализа было выявлено снижение содержания кальция в молоке коров старших возрастов на 0,01 %, а также выявлено повышенное содержание кальция – 0,15 % и пониженная кислотность молока новотельных коров – 17,9 ºТ и динамика ее повышения к разгару как 1-й, так и 3-ей лактации. Было отмечено, что в группе коров с уровнем продуктивности 8000 кг молока МДБ составила 2,9 %, а МДЖ – 5,3 %, что достаточно сильно отличает коров этой группы от сверстниц с другим уровнем продуктивности. Соотношение между МДЖ и МДБ в группах коров, начиная с 3-ей лактации и старше было несколько ниже, чем рекомендуемое.*

Заключение. *Результаты исследования позволили проследить влияние таких паратипических факторов как возраст и стадия лактации на некоторые физико-химические свойства молока.*

Ключевые слова: *крупный рогатый скот, молоко, паратипические факторы, химический состав.*

Введение

В настоящее время наиболее остро стоит проблема обеспечения продовольственной безопасности страны. В связи с этим одной из главных и социально значимых задач становится обеспечение населения качественными продуктами питания российского производства, и, в частности, молочной продукцией. Решение этой задачи требует комплексных усилий специалистов, и в том числе более глубокого изучения факторов, влияющих на молочную продуктивность коров и качество производимой молочной продукции.

Биологическая ценность и товарные качества молока во многом определяются его составом, от которого зависят и физико-химические свойства как самого молока, так и молочной продукции. Данной проблематике посвящено множество исследований, как в нашей стране, так и за рубежом. Учеными было установлено, что молоко содержит в среднем 87,5 % воды, 3,2 % – белка, 3,8 % – жира, 4,65 % лактозы, 0,75 % – минеральных веществ, а также витамины, ферменты, гормоны [1, 2].

По изменению химического состава молока можно судить о его качестве, безопасности и пригодности к дальнейшей переработке.

Под качеством молока ученые и производственники понимают все свойства сырого молока, которые могут оказывать какое-либо воздействие на процессы приготовления молочной продукции, а также на ее пищевую ценность и качество [3].

Наиболее ценным в молоке является сухое вещество, основу которого составляют жир, белки, молочный сахар, минеральные вещества; важны также обладающие высокой биологической активностью витамины, пигменты, гормоны, ферменты, иммунные тела [4]. Кроме того, для характеристики физико-химического состава молока часто определяют сухой обезжиренный остаток молока – СОМО и лактозу.

Отечественными и зарубежными учеными доказано, что уровень молочной продуктивности, состав и свойства молока, а также пригодность его для переработки на молочные продукты во многом определяются технологическими факторами, главным из которых выступает кормление – количество, качество и соотношение отдельных кор-

© Кулаков В. В., Федосова О. А., Уливанова Г. В., Карелина О .А., Сайтханов Э. О., 2021 г.

мов в рационе животного [5-9]. Но, тем не менее, отдавая должное этому важнейшему фактору, влияющему на качество молочной продукции, не следует забывать и о паратипических факторах, таких как возраст, физиологическое состояние и уровень молочной продуктивности коров, которые также могут влиять на химический состав и физико-химические свойства молока и молочной продукции.

Так, Ефимова В., изучая влияние фазы лактации на физико-химические свойства молока коров, установила, что во вторую фазу отмечалось повышение содержания жира, белка, казеина и сухого вещества во всех группах [10]. Циновой А.В. [11] выявил физиологические изменения состава молока коров в зависимости от возраста и периода лактации. Он отметил, что наиболее существенные изменения концентрации натрия и калия в молоке коров происходят в начале и в конце периода лактации.

Материалы и методы исследования

Целью настоящего исследования является комплексное изучение молочной продуктивности коров черно-пестрой породы, физико-химических свойств молока и обусловленности их различными факторами.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

– изучить молочную продуктивность, качество и физико-химические свойства молока коров черно-пестрой породы;

– установить влияние уровня продуктивности коров на химический состав и физико-химические свойства молока;

– установить влияние возраста коров на химический состав и физико-химические свойства молока;

– установить влияние периода лактации на химический состав и физико-химические свойства молока;

Исследование проводилось в несколько этапов.

На первом этапе изучалось влияние уровня продуктивности коров на химический состав и физико-химические свойства молока (рис. 1).

Рис. 1 – Схема первого этапа исследования

На втором этапе изучаемым паратипическим фактором был выбран возраст коров дойного стада (рис. 2).

Рис. 2 – Схема второго этапа исследования

На третьем этапе было проведено сравнение показателей новотельных коров с соответствующими показателями коров дойного стада на стадии разгара лактации в зависимости от возраста животных (рис. 3).

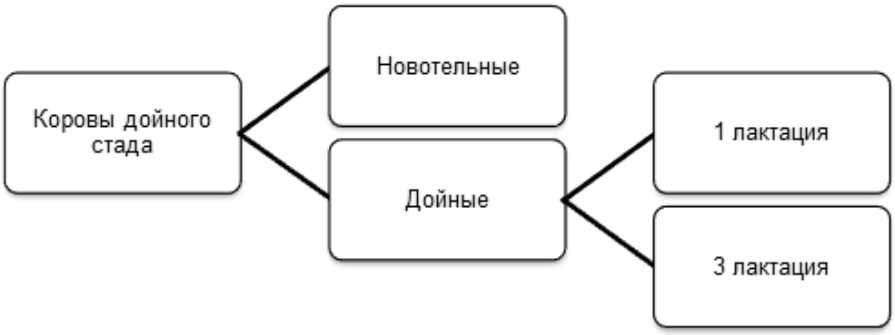


Рис. 3 – Схема третьего этапа исследования

Рационы кормления коров в период исследования были равноценны по основным питательным веществам.

Основными изучаемыми показателями в молоке коров были МДБ, МДЖ, кислотность, СОМО, плотность, температура замерзания, а также содержание в молоке кальция и фосфора (рис. 4). Исследования проб молока проведены в испытательном центре ФГБУ «ВНИИЗЖ» г. Владимир.

Результаты исследований и их обсуждение

Первым этапом исследования стал анализ химического состава и физико-химических свойств молока коров разной продуктивности. Были сформированы три группы коров-сверстниц с продуктивностью 7000, 8000 и 10000 кг молока соответственно. Оценка изучаемых показателей производилась по второй лактации (табл. 1).

Рис. 4 – Исследуемые показатели

Таблица 1 – Средние показатели по группам коров с разным уровнем продуктивности

Лактация	Лактация							
	МДБ, %	МДЖ, %	Кислотность, °Т	СОМО, %	Плотность, кг/м³	Ca, %	P, %	t замерзания, °С
1-я лактация	3,2	4,2	18,0	8,7	1029,2	0,13	10,9	-0,544
3-я лактация	3,1	3,0	18,3	8,4	1029,4	0,13	9,7	-0,530
4-я лактация и выше	3,4	3,7	17,9	8,7	1029,8	0,12	11,1	-0,543

Показателями, наиболее часто подвергающимися исследованию и корректировке, по праву считаются массовая доля белка (МДБ) и массовая доля жира (МДЖ) в молоке. Работ, посвященных изучению влияния различных факторов на данные показатели, существует великое множество. Это обусловлено тем, что именно от данных показателей зависят основные технологические свойства молока, влияющие на качество молочной продукции.

Проведя сравнительную оценку степени выраженности данных показателей в группах коров, характеризующихся разной продуктивностью, можно отметить, что в группе коров с уровнем продуктивности 8000 кг молока МДБ составила 2,9%, а МДЖ – 5,3%, что достаточно сильно отличает коров этой группы от сверстниц с другим уровнем продуктивности, у которых МДБ составляла в среднем по группам 3,2%, а МДЖ варьировала от 3,2% до 3,4%.

Исследователями установлено, что наибольшие изменения химического состава молока происходят из-за колебаний содержания воды и жира. Количество лактозы, минеральных веществ и белков подвержено гораздо меньшим колебаниям. Поэтому считается, что по содержанию сухого обезжиренного остатка молока (СОМО) можно судить о натуральности молока. Так о фальсификации молока свидетельствует уровень СОМО менее 8%. В этом случае можно говорить о разбавлении молока водой [12]. А уровень СОМО не менее 8,4% характеризует молоко, как пригодное для сыроделия.

Уровень СОМО в молоке коров сравниваемых групп был выше данного порога (8-8,5%), что говорит о натуральности молока и об отсутствии фальсификации. Тем не менее, необходимо отметить, что в группе коров средней продуктивности (8000

кг молока) уровень СОМО гораздо ниже, чем в других группах. Он составляет всего 8%, то есть находится на нижнем пороге допустимых значений.

Такая ситуация может быть связана с нарушением обмена веществ в организме коров. Так Обуховский В.М., Никитюк О.В., Давиденко И.С. в своей статье сообщают, что избыток белка в кормосмеси при дефиците энергии приводит к уменьшению белка в молоке, а значит, ниже будет и уровень СОМО [12]. В исследуемом случае такая ситуация достаточно вероятна, поскольку массовая доля белка в молоке коров этой группы также снижена и составляет 2,9% против 3,2% в других группах.

Кислотность молока обуславливается наличием в нем фосфорнокислых, лимоннокислых солей, кислотным характером белков, наличием растворенного в молоке углекислого газа [4] По данным российских ученых нормальной принято считать кислотность в пределах 16-18 ºТ. Хотя если судить по данным других ученых уровень кислотности свежего молока может достигать 24 ^{0}Т.

Эленшлегер А.А., Афанасьев К.А [13], изучая влияние состояния степени нарушения минерального обмена на молочную продуктивность и титруемую кислотность молока установили, что средняя титруемая кислотность молока в группе коров со средней степенью деминерализации была больше нормы, а в группе коров с сильной степенью деминерализации – ниже, чем клинически здоровых животных. Таким образом, доказана взаимосвязь минерального обмена веществ в организме коров с уровнем кислотности молока.

Уровень кислотности молока в группах коров, с продуктивностью 8000 и 10000 кг находился в пределах 17,8 ºТ. Кислотность молока по группе низкопродуктивных коров – с удоем 7000 кг молока – был несколько выше нормы и составил 18,5 ºТ. Данные показатели находятся в пределах, установленных ГОСТ, и свидетельствуют о нормальных обменных процессах в организме. Тем не менее, несколько повышенные показатели кислотности молока в группе низкопродуктивных коров заставляют задуматься о более детальном изучении факторов, способствующих такой ситуации.

Уровень плотности молока у коров исследуемых групп отличался стабильными показаниями и колебался в пределах 1025,6-1029,4 кг/м³. Некоторое снижение плотности молока в группе коров с уровнем продуктивности 8000 кг, по видимому, обусловлено высокой МДЖ, поскольку известен факт повышения плотности молока при снижении его жирности.

Минеральные вещества, в частности кальций и фосфор играют важную роль в технологических процессах при производстве молочных продуктов, стабилизируя коллоидное состояние белков молока, что в свою очередь, оказывает большое влияние на его термоустойчивость [4]. Коагуляционные свойства белков находят свое применение в производстве кисломолочных продуктов и сыров. Таким образом, минеральный состав белка является косвенным фактором, определяющим пригодность молока для производства молочных продуктов.

Кандинская Е.С., Редькин С.В., Чебакова Г.В. [14] изучая содержание кальция в молоке, установили, что среднее значение содержания кальция в сыром молоке находится на уровне 900-950 мг, а диапазон колебаний составляет от 700 до 1100 мг кальция в 1 л молока. Овсеенко Ю.В. [15] в своей работе установил зависимость между содержанием жира и кальция в молоке (r = 0,74).

Уровень кальция в молоке исследуемых коров составил 0,13%, без каких-либо значительных колебаний. Это соответствует установленному факту, что концентрация кальция в молоке не снижается даже при жестком его дефиците [16, 17] .

Содержание фосфора по данным ученых также мало подвержено колебаниям, но, тем не менее, была отмечена зависимость его содержания от таких паратипических факторов как стадия лактации и сезон года. Установлена зависимость поступлением фосфора с рационом и содержанием его в молоке (r = 0,63 ± 0,14; P< 0,01) [15].

В ходе проведенных исследований было обнаружено повышенное содержание фосфора в молоке коров с продуктивностью 8000 – 11,5%, против 10,6% и 10,9% в других группах.

Одним из физических свойств молока, изученных в процессе исследования, была температура его замерзания, которая по данным исследователей должна колебаться в пределах -0,54 – -0,58 °С. Колебания температуры замерзания по мнению ученых, может быть связано с его химическим составом. Так, по изменению температуры замерзания можно установить фальсификацию молока водой.

В исследуемых группах температура замерзания молока была несколько выше нормы и составила -0,521 – -0,535 °С. Причем в группе, характеризующейся пониженной плотностью молока, температура замерзания в наибольшей степени отклонилась от нормативных показателей.

На втором этапе исследования был проведен сравнительный анализ изучаемых показателей молока по группам коров разного возраста со средней продуктивностью 8000 кг молока (таблица 2).

Таблица 2 – Средние показатели по группам коров разного возраста

Лактация	Лактация							
	МДБ, %	МДЖ, %	Кислотность, ºТ	СОМО, %	Плотность, кг/м³	Ca, %	P, %	t замерзания, ºС
1 лактация	3,2	4,2	18,0	8,7	1029,2	0,13	10,9	-0,544
3 лактация	3,1	3,0	18,3	8,4	1029,4	0,13	9,7	-0,530
4 лактация и выше	3,4	3,7	17,9	8,7	1029,8	0,12	11,1	-0,543

Анализ показал, что массовая доля белка (МДБ) была максимальной у коров старших возрастов, а наибольшая массовая доля жира (МДЖ) – наоборот характерна для коров-первотелок.

По мнению немецких специалистов, соотношение между жиром и белком в молоке высокопродуктивных коров не должно быть меньше, чем 1,2:1. Меньшее отношение по их мнению служит признаком повышенной нагрузки на обмен веществ [1]. Произведенные расчеты показали, что подобному требованию соответствует только молоко коров-первотелок, где соотношение между МДЖ и МДБ составило 1,31:1. Соотношение между данными показателями в других группах было ниже – соответственно 0,97:1 и 1,09:1. Подобное соотношение, по мнению тех же ученых свидетельствует о недостаточной энергонасыщенности рациона коров.

Уровень кислотности молока коров 3 лактации оказался несколько выше 18 ºТ, чаще всего принимаемого за норматив. Уровень кислотности молока первотелок и коров старших возрастов вплотную приблизился к верхнему порогу нормы и составил 18,0 0Т и17,9 ºТ соответственно.

Уровень СОМО в исследуемых группах достаточно высок, что характеризует молоко как технологически пригодное для сыроварения, хотя необходимо добавить, что наименьшим этот показатель был в молоке коров на 3-ей лактации.

Показатель плотности молока характеризовался высокой степенью стабильности и составил 1029,2-1029,8 кг/м³.

В ходе анализа было выявлено снижение содержания кальция в молоке коров старших возрастов на 0,01%, что является достаточно существенным, поскольку этот показатель является очень стабильным и его изменение происходит достаточно редко даже при недостаточном минеральном питании коров. Это доказывает влияние такого паратипического фактора как возраст коров на содержание кальция в молоке, что соотносится и с исследованиями других ученых [11, 18, 19].

Уровень фосфора в молоке коров исследуемых групп был подвержен достаточно резким колебаниям. Так, если к третьей лактации уровень фосфора снизился по сравнению с первой лактацией (9,7% против 10,9%), то у коров старших возрастов уровень фосфора был максимальным и составил 11,1%. То есть, если взаимосвязь между содержанием фосфора в молоке и возрастом коров и существует, то она нелинейна.

Температура замерзания молока была или в пределах нормы, как у коров-первотелок и коров старших возрастов, или близка к значению нормы – как у средневозрастных коров.

Последним этапом исследования было сравнение показателей новотельных коров с соответствующими показателями коров дойного стада на стадии разгара лактации в зависимости от их возраста (таблица 3).

Таблица 3 – Средние показатели по группам коров разного физиологического состояния

Лактация	Лактация							
	МДБ, %	МДЖ, %	Кислотность, ºТ	СОМО, %	Плотность, кг/м³	Ca, %	P, %	t замерзания, ºС
Новотельные	3,3	3,5	17,9	8,7	1029,7	0,15	10,3	-0,541
1-я лактация	3,2	4,2	18,0	8,7	1029,2	0,13	10,9	-0,544
3-я лактация	3,1	3,0	18,3	8,4	1029,4	0,13	9,7	-0,530

В исследованиях Цинового А.В. [11], посвященных изучению влияния возраста и периода лактации на химический состав молока, отмечено, что такой показатель как МДБ характеризуется различной динамикой, в зависимости от этих паратипических факторов. Так, он указывает на то, что у коров-первотелок увеличение МДБ происходит начиная с 3-го месяца лактации, у коров по третьей лактации – с середины лактационного периода, а у коров старших возрастов – в конце лактации. Самым интересным является то, что, по мнению Цинового А.В., во вторую лактацию данный показатель может и не претерпевать существенных изменений.

Проведенные исследования показали, что в молоке новотельных коров массовая доля белка была в среднем выше, чем в среднем как по первой, так и по третьей лактации (3,3 % против 3,2 и 3,1 % соответственно). Уровень МДЖ у новотельных коров характеризовался промежуточным положением между значениями этого показателя у коров других групп.

В ходе сравнительного анализа была также выявлена пониженная кислотность молока новотельных коров – 17,9 ºТ и динамика ее повышения к разгару как 1-й, так и 3-й лактации.

Уровень СОМО у новотельных коров находился на уровне коров-первотелок, а к третьей лактации данный показатель понизился и составил в среднем 8,4 %. Данная величина, как отмечалось ранее, свидетельствует о хороших технологических характеристиках молока и пригодности его для сыроварения.

Наиболее существенные изменения концентрации кальция в молоке коров, как отмечает Циновой А.В. [11], происходят в начале и в конце периода лактации. К 3-му месяцу концентрация кальция снижается, а к концу лактации снова повышается. Подобная тенденция подтверждается и результатами наших исследований. Так, уровень кальция в молоке новотельных коров на 0,02 % выше, чем у коров в разгаре лактации вне зависи-

мости от возраста лактирующих животных.

Уровень фосфора в молоке новотельных коров оказался на 0,6 % ниже, чем в среднем по 1-й лактации, но примерно на столько же выше, чем в среднем по 3-й лактации.

Плотность молока также, как и в предыдущих опытах, характеризовалась высокой степенью стабильности и находилась на уровне 1029,2-1029,7 кг/м³

Температура замерзания молока новотельных коров находилась в пределах нормы и составила - 0,541 ºС.

Заключение

С целью изучения влияния паратипических факторов на физико-химические свойства молока были проведены несколько этапов исследования.

В результате проведенных исследований можно отметить, что в группе коров с уровнем продуктивности 8000 кг молока показатель МДБ был гораздо ниже уровня МДЖ, что достаточно сильно отличает коров этой группы от сверстниц с другим уровнем продуктивности. Соотношение между МДЖ и МДБ в группах коров, начиная с 3-ей лактации и старше, было несколько ниже, чем рекомендуемое.

Уровень СОМО в молоке коров сравниваемых групп был выше стандартного порога, что говорит о натуральности молока и об отсутствии фальсификации. Тем не менее, необходимо отметить, что в группе коров средней продуктивности (8000 кг молока) уровень СОМО гораздо ниже, чем в других группах. Он составляет всего 8 %, то есть находится на нижнем пороге допустимых значений. В остальных случаях уровень СОМО был выше или равен 8,4 %, что свидетельствует о высоких технологических свойствах молока и пригодности его для сыроварения.

В ходе проведенных исследований было обнаружено повышенное содержание фосфора в молоке коров с продуктивностью 8000 кг – 11,5 % против 10,6 % и 10,9 % в других группах. Уровень фосфора в молоке коров разных возрастов был подвержен достаточно резким колебаниям. Так, если к третьей лактации уровень фосфора снизился по сравнению с первой лактацией (9,7 % против 10,9 %), то у коров старших возрастов уровень фосфора был максимальным и составил 11,1 %. То есть, если взаимосвязь между содержанием фосфора в молоке и возрастом коров и существует, то она не линейна. Также было выявлено снижение содержания кальция в молоке коров старших возрастов на 0,01 %, что является существенным, поскольку этот показатель является очень стабильным и его изменение происходит достаточно редко.

Кроме того, было выявлено, что молоко новотельных коров характеризуется повышенной МДБ – 3,3 %, пониженной кислотностью – 17,9 ºТ и повышенным содержанием кальция – 0,15 %. Уровень СОМО у новотельных коров находился на уровне коров-первотелок, а к третьей лактации данный показатель понизился и составил в среднем 8,4 %.

Наибольшим же уровнем стабильности отличался показатель плотности молока.

Список литературы

1. Ачкасова, Е.В. Влияние паратипических факторов на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров-первотелок черно-пестрой породы: автореф. дис. … канд. к.-с. наук / Е.В. Ачкасова; Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск, 2009. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15957776

2. Генетические параметры биохимического состава молока и крови коров молочного направления продуктивности / О.Г. Лоретц, О.В. Горелик, С.А. Гриценко, А.А. Белооков // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 10(164). – С. 3. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32299246

3. Минибаев, В.Р. Молочная продуктивность и качество молока коров черно-пёстрой породы при скармливании им сбалансированного кормового комплекса «ФЕЛУЦЕН» К 1-2: диссертация … канд. к.-с. наук / В.Р. Минибаев. – Уфа, 2019. – 152 с. – URL: https://www.bsau.ru/upload/iblock/96d/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B1%D0%B0%D0%B5%D0%B2%20%D0%92.%D0%A0..pdf

4. Поставнева, Е.В. Химический состав молока коров черно-пестрой породы различных генотипов / Е.В. Поставнева // Зоотехния. – 2010. – № 1. – С. 30-31. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13016586

5. Lyashuk, A.R. The influences of certain factors of organic milk production on cow productivity / A.R. Lyashuk // Bulletin of Agrarian Science. – 2018. – No 6(75). – P. 91-96. – DOI 10.15217/issn2587-666X.2018.6.91.

6. Lyashuk, A.R. Influence of the birth season of first-calf heifers on milk productivity and milk production efficiency in the conditions of the Orel region / A.R. Lyashuk // Bulletin of Agrarian Science. – 2021. – No 1(88). – P. 165-171. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.1.165.

7. Stepanova, I. A. Peculiarities of mineral metabolism of holstein heifers' diet supplemented with copper nanopowders / I.A. Stepanova, A.A. Nazarova, M.V. Arisov // World's Veterinary Journal. – 2020. – Т. 10. № 4. – С. 492-498. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44445469.

8. Nazarova, A.A. Influence of copper nanopowder on parameters of carbohydrate and lipid metabolism of holstein heifers / A.A. Nazarovaand [other] // International Journal of Nanotechnology. – 2019. – Т. 16. – № 1-3. – С. 122-132. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41685792.

9. Портной, А.И. Растительная биологически активная добавка для повышения молочной продуктивности коров и улучшения качества молочных продуктов / А.И. Портной, М.В. Шалак // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – № 1. – С. 78-82. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44175110

10. Ефимова, Л.В. Влияние различных факторов на физико-химические свойства молока коров / Л.В. Ефимова, Т.В. Зазнобина, О.В. Иванова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6(74). – С. 234-235.

– URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36716474

11. Циновый, А.В. Физиологические изменения состава молока коров в зависимости от возраста, периода лактации и при первичных нарушениях функции молочной железы : специальность 03.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Циновый Алексей Васильевич. – Харьков, 2003. – 142 с. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19186088

12. Обуховский, В.М. Здоровье коров и качество молока / В.М. Обуховский, О.В. Никитюк, И.С. Давиденко // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 2-6. – URL: http://nsh.by/arhiv/484/0115/

13. Эленшлегер, А.А. Молочная продуктивность и титруемая кислотность молока у коров с разной степенью нарушения минерального обмена / А.А. Эленшлегер, К.А. Афанасьев // Ветеринарный врач. – 2017. – № 2. – С. 48-54. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29025348

14. Кандинская, Е.С. Мониторинг содержания кальция в сыром молоке коров / Е.С. Кандинская, С.В. Редькин, Г.В. Чебакова // Ветеринария сегодня. – 2019. – № 1(28). – С. 29-33. – DOI 10.29326/2304-196X-2019-1-28-29-33.

15. Овсеенко, Ю.В. Изучение обмена кальция, фосфора и магния у лактирующих коров: автореф. дис. … канд биол. Наук / Ю.В. Овсеенко; Московская ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева. – М., 1984. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19305419.

16. Абрамкова, Н.В. Влияние уровня кальция и фосфора в рационах лактирующих коров на молочную продуктивность / Н.В. Абрамкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 128-131. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36707550

17. Гриценко, С.А. Анализ показателей биохимического состава молока и крови коров молочного направления продуктивности с применением расчета генетических параметров / С.А. Гриценко, Ю.Р. Садыртдинова // БИО. – 2020. – № 6(237). – С. 22-24. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44075049

18. Вильвер, Д.С. Зависимость физико-химических свойств молока от возраста телок при первом осеменении / Д.С. Вильвер // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 10-3(41). – С. 25-26. – DOI 10.18454/IRJ.2015.41.159.

19. Галичева, М.С. Технологический метод сохранения здоровья коров и обеспечения качества молока / М.С. Галичева, В.Т. Головань, Д.А. Юрин // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3(12). – С. 19-21. – DOI 10.25930/2218-855X/002.3.12.2019.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PARATYPIC FACTORS ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COW'S MILK WHEN PRODUCTION INTENSIFICATION

Kulakov Vitaly V., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, kulakov.vitalii@yandex.ru*

Fedosova Olga A., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, fedosowa1986@mail.ru*

Ulivanova Galina V., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, darinelle@mail.ru*

Karelina Olga A., *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, olg90945056@yandex.ru*

Saitkhanov Elman O., *Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, elmanrzn@gmail.com*

Problem and purpose. *The purpose of this study is a comprehensive study of the milk productivity of black-and-white cows, the physical and chemical properties of milk and their dependence on various factors.*

Methods. *The research was carried out in several stages. At the first stage, the influence of the level of productivity of cows on the chemical composition and physical and chemical properties of milk was studied. At the second stage, the age of dairy cows was chosen as the studied paratypic factor. At the third stage, a comparison was made of the indicators of fresh cows with the corresponding indicators of dairy herd cows at the stage of high lactation, depending on their age. The main studied parameters in the milk of cows were PMF, FMF, acidity, NFMS, density, freezing point, as well as the content of calcium and phosphorus in milk.*

Results. *The analysis revealed a decrease in the calcium content in the milk of older cows by 0.01 % and an increased calcium content by 0.15 % and a decreased acidity of fresh cows' milk by 17.9 0T and the dynamics of its increase to the peak of both the 1st and 3rd lactations. It was noted that in the group of cows with a productivity level of 8,000 kg of milk, the PMF was 2.9 % and the FMF was 5.3 %, which quite strongly distinguished the cows of this group from their peers with a different level of productivity. The ratio between FMF and PMF in the groups of cows starting from the 3rd lactation and older was slightly lower than the recommended one.*

Conclusion. *The results of the study made it possible to trace the influence of such paratypic factors as age and stage of lactation on some of the physical and chemical properties of milk.*

Key words: *cattle, milk, paratypic factors, chemical composition.*

Literatura

1. Achkasova, E.V. Vliyanie paratipicheskix faktorov na molochnuyu produktivnost` i texnologicheskie svojstva moloka korov-pervotelok cherno-pestroj porody`: avtoref. dis. … kand. k.-s. nauk / E.V. Achkasova; Izhevskaya gosudarstvennaya sel`skoxozyajstvennaya akademiya. – Izhevsk, 2009. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15957776

2. Geneticheskie parametry` bioximicheskogo sostava moloka i krovi korov molochnogo napravleniya produktivnosti / O.G. Loretcz, O.V. Gorelik, S.A. Gricenko, A.A. Belookov // Agrarny`j vestnik Urala. – 2017. – № 10(164). – S. 3. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32299246

3. Minibaev, V.R. Molochnaya produktivnost` i kachestvo moloka korov cherno-pyostroj porody` pri skarmlivanii im sbalansirovannogo kormovogo kompleksa «FELUCEN» K 1-2: dissertaciya …kand. k.-s. nauk / V.R. Minibaev. – Ufa, 2019. – 152 s. – URL: https://www.bsau.ru/upload/iblock/96d/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B1%D0%B0%D0%B5%D0%B2%20%D0%92.%D0%A0..pdf

4. Postavneva, E.V. Ximicheskij sostav moloka korov cherno-pestroj porody` razlichny`x genotipov / E.V. Postavneva // Zootexniya. – 2010. – № 1. – S. 30-31. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13016586

5. Lyashuk, A.R. The influences of certain factors of organic milk production on cow productivity / A.R. Lyashuk // Bulletin of Agrarian Science. – 2018. – No 6(75). – P. 91-96. – DOI 10.15217/issn2587-666X.2018.6.91.

6. Lyashuk, A.R. Influence of the birth season of first-calf heifers on milk productivity and milk production efficiency in the conditions of the Orel region / A.R. Lyashuk // Bulletin of Agrarian Science. – 2021. – No 1(88). – P. 165-171. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.1.165.

7. Stepanova, I. A. Peculiarities of mineral metabolism of holstein heifers' diet supplemented with copper nanopowders / I.A. Stepanova, A.A. Nazarova, M.V. Arisov // World's Veterinary Journal. – 2020. – T. 10. № 4. – S. 492-498. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44445469.

8. Nazarova, A.A. Influence of copper nanopowder on parameters of carbohydrate and lipid metabolism of holstein heifers / A.A. Nazarovaand [other] // International Journal of Nanotechnology. – 2019. – T. 16. – № 1-3. – S. 122-132. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41685792.

9. Portnoj, A.I. Rastitel`naya biologicheski aktivnaya dobavka dlya povy`sheniya molochnoj produktivnosti korov i uluchsheniya kachestva molochny`x produktov / A.I. Portnoj, M.V. Shalak // Vesczi Nacyyanal`naj akade`mii navuk Belarusi. Sery`ya agrarny`x navuk. – 2008. – № 1. – S. 78-82. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44175110

10. Efimova, L.V. Vliyanie razlichny`x faktorov na fiziko-ximicheskie svojstva moloka korov / L.V. Efimova, T.V. Zaznobina, O.V. Ivanova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 6(74). – S. 234-235. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36716474

11. Cinovy`j, A.V. Fiziologicheskie izmeneniya sostava moloka korov v zavisimosti ot vozrasta, perioda laktacii i pri pervichny`x narusheniyax funkcii molochnoj zhelezy` : special`nost` 03.00.13 : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskix nauk / Cinovy`j Aleksej Vasil`evich. – Xar`kov, 2003. – 142 s. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19186088

12. Obuxovskij, V.M. Zdorov`e korov i kachestvo moloka / V.M. Obuxovskij, O.V. Nikityuk, I.S. Davidenko // Nashe sel`skoe xozyajstvo. – 2015. – № 1. – S. 2-6. – URL: http://nsh.by/arhiv/484/0115/

13. E`lenshleger, A.A. Molochnaya produktivnost` i titruemaya kislotnost` moloka u korov s raznoj stepen`yu narusheniya mineral`nogo obmena / A.A. E`lenshleger, K.A. Afanas`ev // Veterinarny`j vrach. – 2017. – № 2. – S. 48-54. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29025348

14. Kandinskaya, E.S. Monitoring soderzhaniya kal`ciya v sy`rom moloke korov / E.S. Kandinskaya, S.V. Red`kin, G.V. Chebakova // Veterinariya segodnya. – 2019. – № 1(28). – S. 29-33. – DOI 10.29326/2304-196X-2019-1-28-29-33.

15. Ovseenko, Yu.V. Izuchenie obmena kal`ciya, fosfora i magniya u laktiruyushhix korov: avtoref. dis. … kand biol. Nauk / Yu.V. Ovseenko; Moskovskaya ordena Lenina i ordena Trudovogo Krasnogo Znameni sel`skoxozyajstvennaya akademiya imeni K. A. Timiryazeva. – M., 1984. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19305419.

16. Abramkova, N.V. Vliyanie urovnya kal`ciya i fosfora v racionax laktiruyushhix korov na molochnuyu produktivnost` / N.V. Abramkova // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 8. – S. 128-131. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36707550

17. Gricenko, S.A. Analiz pokazatelej bioximicheskogo sostava moloka i krovi korov molochnogo napravleniya produktivnosti s primeneniem rascheta geneticheskix parametrov / S.A. Gricenko, Yu.R. Sady`rtdinova // BIO. – 2020. – № 6(237). – S. 22-24. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44075049

18. Vil`ver, D.S. Zavisimost` fiziko-ximicheskix svojstv moloka ot vozrasta telok pri pervom osemenenii / D.S. Vil`ver // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. – 2015. – № 10-3(41). – S. 25-26. – DOI 10.18454/IRJ.2015.41.159.

19. Galicheva, M.S. Texnologicheskij metod soxraneniya zdorov`ya korov i obespecheniya kachestva moloka / M.S. Galicheva, V.T. Golovan`, D.A. Yurin // Novosti nauki v APK. – 2019. – № 3(12). – S. 19-21. – DOI 10.25930/2218-855X/002.3.12.2019.

УДК 631.95:628.381.1 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.75.18.006***

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОСТА ИЗ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯЧМЕНЯ

ЛЕВИН Виктор Иванович, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, levin-49@bk.ru*

АНТИПКИНА Людмила Анатольевна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, LAtalanova@yandex.ru*

ЕРОФЕЕВА Татьяна Валерьевна, *канд. биол. наук, доцент кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, xabarova-tv@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Отличительной особенностью 21 века является интенсивное антропогенное воздействие на окружающую среду, нарастающее из года в год накопление органосодержащих коммунальных и производственных отходов, оказывающих негативное влияние населитебные территории и экосистемы. Цель работы заключалась в экспериментальной агроэкологической оценке изучения влияния компоста, разработанного авторами, на основе осадка сточных вод (ОСВ) на формирование агрофитоценоза ячменя, включая основные элементы продукционного процесса, устойчивость растений к корневым гнилям, засухе, а также биологической активности почвы.*

Методология. *Работа носила экспериментальный характер, выполнялась в лабораторных и полевых условиях. Опыты проводили на двух сортах ячменя. Использовали кондиционные семена. Ответную реакцию ячменя оценивали по показателям посевных качеств семян, морфометрическими параметрам проростков; динамике накопления фитомассы, продуктивности фотосинтеза, величине урожайности. Посевные качества семян определяли по ГОСТ 12038-84, учет поражения растений корневыми гнилями – по методике ВИЗР-2002: "Фитосанитарная экспертиза зерновых культур "[10].*

Результаты. *Внесение компоста в дозах от 5 до 20 т/га способствовало интенсификации продукционного процесса в агрофитоценозе ячменя. Ответная реакция данной культуры сопровождалась в лабораторных условиях стимуляцией роста проростков семян, увеличением энергии прорастания на 5-11 % в зависимости от сорта, тенденцией повышения лабораторной всхожести. В полевых условиях применение компоста способствовало увеличению полевой всхожести на 6-7 %, накоплению фитомассы на 11,3-13,5 % и увеличению продуктивности фотосинтеза на 6,6-25,7 % по сравнению с контролем. Рост урожайности зерна ячменя в зависимости от доз ОСВ составил 6,4-28,4 %. Отмечается устойчивая тенденция повышения резистентности растений опытных вариантов к корневым гнилям и засухе.*

Заключение. *Полученные результаты указывают на существенное улучшение режима минерального питания растений ячменя на серых лесных почвах под влиянием применяемых доз компоста, обеспечивается активизация роста и развития растений, повышается продуктивность агрофитоценоза и его устойчивость к биотическим повреждающим воздействиям.*

Ключевые слова: *осадок сточных вод, компост, фитотоксичность ОСВ, прорастание семян, рост растений, урожайность, корневые гнили, биологическая активность почвы.*

Введение

Отличительной особенностью XXI в. является интенсивное нарастание антропогенного воздействия на окружающую среду, сопровождающееся из года в год увеличением накопления органических и органосодержащих отходов производства, оказывающих отрицательное влияние на экосистемы. В число преобладающих отходов биотического загрязнения селитебных территорий входят осадки сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений.

Между тем ОСВ являются источником ценных для растительных организмов органоминеральных соединений, макро- и микроэлементов и одновременно они могут быть носителем различных загрязняющих веществ [5, 11, 14].

Данное обстоятельство обуславливает целесообразность реутилизации ОСВ с последующим включением их в биологический круговорот в качестве экологически безопасного компоста универсального вида удобрения, обеспечивающего растения широким спектром элементов питания и восполняющего их вынос из почвы с урожаем [1, 6,7,12]. Кроме того, использование ОСВ для получения удобрений позволяет снизить затраты на выращивание урожая за счет уменьшения объе-

© Левин В. И., Антипкина Л. А., Ерофеева Т. В., 2021 г.

мов внесения дорогостоящих минеральных туков и сохранить положительный баланс гумуса в почве [2, 3, 8, 13].

Из опыта зарубежных и отечественных исследователей следует, что применение ОСВ как органоминерального удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур еще экономически обосновано [4, 15 -18].

В этой связи использование компостов из ОСВ как богатого макро- и микроэлементами органоминерального вещества для сохранения и повышения почвенного плодородия является актуальной проблемой современного (альтернативного) земледелия. С одной стороны, обеспечивается повышенная продуктивность агрофитоценозов и почвенное плодородие, с другой – утилизация ОСВ и защита окружающей среды от загрязнения.

Целью данной работы являлась экспериментальная агроэкологическая оценка разработанного авторами на основе реутилизации ОСВ органоминерального компоста, используемого при выращивании ячменя. В задачу исследований входило изучение комплексной ответной реакции двух районированных сортов ячменя и некоторые показатели почвенного плодородия серых лесных почв на применение различных доз компоста.

Условия, материалы и методы исследований

Опыты проводили на серых лесных почвах среднего уровня плодородия. Объектом исследования являлся ячмень, предметом – основные показатели продукционного процесса данной культуры. Исследования выполняли в такой последовательности: первый этап включал лабораторные эксперименты, второй – полевые опыты.

В лабораторных исследованиях определяли фитотоксичность водной вытяжки компоста по интенсивности начальных ростовых процессов у семян ячменя и морфометрическим параметрам их проростков (ростков и корешков) путем проращивания в рулонах семян двух сортов («Надежный» и «Яромир»), а также по показателям энергии прорастания, лабораторной всхожести семян (ГОСТ 12038-84).

В полевых опытах на ячмене сорта «Яромир» с использованием общепринятых методов исследовали влияние различных доз компоста на полевую всхожесть семян, динамику накопления фитомассы растениями, соотношение вегетативных и генеративных побегов по массе и количеству, ассимилирующую листовую поверхность, продуктивность фотосинтеза, поражение растений корневыми гнилями, биологическую активность почвы.

Посевная и учетная площадь делянок составляла 50 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Норма высева 5,5 млн/га всхожих семян, глубина заделки до 5 см. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: фосфор –121 мг/кг, калий – 142 мг/кг, азот – 0,22 %, pH – 5,8.

Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1. Контроль; 2. К - 5 т/га; 3. К - 10 т/га; 4. К - 15 т/га; 5. К - 20 т/ га.

Для опытов использовали ОСВ цеха биологической очистки очистных сооружений г. Рязани. Технология производства сточных вод реализуется по традиционной схеме, состоящей из механической и биологической очисток. ОСВ депонируется не менее 6 месяцев на накопительной площадке открытого участка с гидроизолирующим покрытием, подвергаясь естественным гидролитическим и ферментативным процессам, зимним отрицательным температурам, превращаясь в творожистую массу. Перед использованием ОСВ для компостирования производится отбор его проб на химический, бактериологический и гельминтологический анализ в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». Валовое содержание тяжелых металлов в нем не превышало показателей МУ 2.1.7.730-99, ГН 2.1.7.2511-09 и ГОСТ 17.4.3.07- 2001 (группа II).

В последующем данная масса применялась для получения органоминерального удобрения, на которое получен патент [9]. Компост вносили в почву под основную обработку почвы в соответствии со схемой опыта.

Результаты исследований

Посевные качества семян – это основной показатель оценки пригодности их использования для посева и потенциальной продуктивности растений, ГОСТ Р 52325-2005. По данным многих исследователей величина урожая не менее чем на 30 % зависит от качества посевного материала. То есть в основе высокой продуктивности сельскохозяйственных культур лежит повышенная лабораторная и полевая всхожесть семян.

На основании лабораторных исследований, проведенных с несколькими партиями семян ячменя двух сортов, было выявлено положительное действие водных вытяжек почвы, содержащей компост на их посевные качества у обоих сортов ячменя. Из таблицы 1 следует, что наиболее выраженное влияние водные вытяжки оказали на энергию прорастания семян, т.е. показатель, характеризующий активность гидролитических процессов, протекающих на начальных этапах прорастания. У сорта «Яромир» максимальное повышение энергии прорастания на 10-11%. отмечалось при проращивании в водной вытяжке при дозе компоста 5 и 10 т/га, тогда как у сорта «Надежный» существенное увеличение энергии прорастания происходило в варианте 10 и 15 т/га, причем превышая контроль только на 5-6 % Показатель лабораторной всхожести, отражающий способность семян нормально прорастать, у обоих сортов имел слабо выраженную тенденцию к росту, наиболее заметную у сорта «Яромир», превышая контроль на 2-4 %. Это указывает на сортоспецифическую реакцию семян ячменя на воздействие элементов питания компоста. Водорастворимые вещества вытяжек, содержащих органоминеральные компоненты компоста, существенным образом изменяли морфометрические показатели проростков ячменя (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние водных вытяжек компоста на посевные качества семян ячменя различных сортов

Дозы ОСВ, т/га	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
	M±m	M±m
«Надежный»		
Контроль	85,7±2,1	95,1±2,1
К - ОСВ-5	90,2±2,3	96,8±2,4
К - ОС- 10	91,5±1,9	95,5±2,6
К - ОСВ -15	88,6±1,5	94,8±2,0
К - ОСВ -20	89,1±1,8	94,3±1,9
«Яромир»		
Контроль	61,4±0,8	88,9±1,5
К-ОСВ-5	65,3±1,1	91,6±1,6
К- ОСВ - 10	71,6±1,2*	92,8±2,0
К- ОСВ - 15	72,5±0,9*	90,5±1,6
К- ОСВ - 20	69,7±0,7	90,4±1,9

* – Различия существенны при P≤0,05

Максимальный эффект стимуляции роста проростков обеспечивала водная вытяжка при внесении компоста 10 т/га. В данном варианте длина ростков и зародышевых корешков у сорта «Надежный превышала показатели контроля соответственно на 10,9 % и 11,6 %. Еще более заметное увеличение длины проростка отмечалось у сорта «Яромир», где данный показатель превышал контроль на 25,4 % и 13,2 %, тогда как длина наибольшего корешка изменялась несущественно. С увеличением доз компоста до 15 и 20 т/га эффект стимулирования начальных ростовых процессов имел тенденцию к снижению и был менее выраженным. Общее число зародышевых корешков у проростков характеризуется достаточно высоким консерватизмом и значимо не изменяется в опытных вариантах обоих сортов.

В полевых опытах в отличие от лабораторных существенное увеличение полевой всхожести у семян ячменя сорта «Яромир» на 7 % и 6 % было, соответственно, в вариантах 15 т/га и 20 т/га в фазу трех листьев,, когда проростки сформировали первичную корневую систему и перешли на автотрофное питание, используя для этого содержащиеся в почве минеральные вещества (табл. 2). Это указывает на то, что повышенный уровень содержания органоминеральных компонентов в пищевом режиме прорастающих семян обеспечивал их более высокую функциональную активность и способность преодолевать механическое сопротивление посевного слоя почвы.

Таблица 2 – Морфометрические параметры проростков ячменя (7-суточные) при проращивании семян на водных вытяжках компоста

Дозы обработки, т/га	Длина ростка, мм	Длина наибольшего зародышевого корешка, мм	Длина всех зародышевых корешков, мм	Общее число корешков, шт.
	M± m	M±m	M±m	M±m
«Надежный»				
Контроль	73,1±1,5	131±7,9	482±18	5,8±0,2
К - ОСВ-5	80±2,1	145±8,2	516±21	5,9±0,3
К - ОСВ -10	81±2,8*	153±6,9*	521±12*	5,9±0,3
К -ОСВ -15	76±2,2	142±6,1	495±13	6,1±0,2
К - ОСВ -20	77±1,9	130±7,1	489±17	6,0±0,2
«Яромир»				
Контроль	59,1±1,7	117±5,4	393±21	5,3±0,1
К - ОСВ-5	68,3±2,4	129±4,9	409±19	5,4±0,2
К - ОСВ -10	74,0±2,5*	123±5,3	447±23*	5,7±0,1*
К - ОСВ -15	60,3±1,8	120±4,7	418±18	5,6±0,3
К -ОСВ -20	61,7±1,7	117±3,9	399±21	5,5±0,3

* – Различия существенны при P≤0,05

Более выраженый эффект увеличения всхожести семян в вариантах 15 т/га и 20 т/га в полевых условиях по отношению к вариантам 5 т/га и 10 т/га в лабораторных предположительно объясняется эффектом естественного разбавления концентрации органоминеральных компонентов в первом случае, тогда как в ограниченных объемах в лабораторных условиях с увеличением доз до 15 т/га и 20 т/га уже формировались признаки гипертонического водного раствора (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние доз компоста на полевую всхожесть ячменя сорта «Яромир»

Варианты опыта, т/га	Фазы роста	
	«шильца»	3-х листьев
	M±m	M±m
Контроль	67±2,3	79±2,0
К - ОСВ-5	66±2,7	81±2,5
К - ОСВ - 10	70±1,9	83±1,9
К - ОСВ - 15	66±1,1	86±1,9*
К - ОСВ - 20	67±2,4	85±2,5*

* – Различия существенны при P≤0,05

Рост как процесс, отражающий динамическое состояние растений, а также одновременно являясь показателем интеграции и дифференциации комплекса эндогенных физиологических и биохимических реакций, тесно коррелирует с режимом корневого питания растений. Результаты исследований свидетельствуют не только об активизации начальных ростовых процессов у проростков и всходов ячменя опытных вариантов (таблицы 1, 2, 3), но и о формировании большей фитомассы растениями в последующие фазы роста и развития ячменя (таблицы 4, 5).

Включение питательных веществ компоста в метаболические процессы сопровождалось усилением линейного роста растений, наиболее значимо с увеличением доз компоста.

Таблица 4 – Динамика накопления воздушно-сухой фитомассы (г/м²) и линейного роста (см) у растений ячменя

Варианты опыта, т /га	Фазы роста и развития		
	рост стебля	колошение	молочно-восковая спелость
	воздушно-сухая фитомасса		
	M±m	M±m	M±m
Контроль	416±28	625±35	883±31
К - ОСВ-5	448±16	648±22	898±37
К - ОСВ-10	476±30*	712±29*	957±42*
К - ОСВ-15	491±26*	753±30*	983±34*
К - ОСВ-20	521±27*	785±36*	1002±41*
	линейный рост		
	всходы	рост стебля	колошение
Контроль	12,9±1,8	31±2,1	57±2,4
К - ОСВ-5	14,8±1,5	35±1,9	61±3,8
К - ОСВ - 10	17,3±2,7	38±1,3	69±2,3
К - ОСВ - 15	19,7±2,5	40±1,4	71±2,6
К - ОСВ - 20	21,8±2,8	44±2,1	75±2.9

* – Различия существенны при P≤0,05

Установлено положительное влияние компоста на увеличение площади флагового листа у растений ячменя, вносящего значительный вклад в формирование продуктивности колоса. Его размер в зависимости от доз компоста превышал контроль от 11 % до 27 %.

Фотосинтетические процессы коррелируют с активностью поступления и включением минеральных веществ в синтез органических веществ. Использование компоста способствовало увеличению продуктивности фотосинтеза растениями ячменя в фазы в фазы рост стебля-колошение, молочно-восковой спелости (табл. 5).Данный показатель достигал максимальных значений в вариантах 15 т/га и 20 т/га в фазу наиболее интенсивного роста растений (рост стебля-колошение), превышая контроль соответственно на 21,6 % и 30,1 %. Тенденция повышенной продуктивности фотосинтеза в опытных вариантах сохранялась в последующие фазы (колошение-молочно-восковая спелость). При этом растения в опытных вариантах отличались более мощным габитусом.

Таблица 5 – Влияние К-ОСВ на продуктивность фотосинтеза ячменя(г/м²/сут.)

Варианты опыта, т/га	Фазы роста и развития			
	рост стебля - колошение	% к контролю	колошение-молочная спелость	% к контролю
Контроль	9,27	100,0	6,48	100,0
К - ОСВ-5	10,62	114,1	6,91	106,6
К - ОСВ - 10	10,86	117,2	7,21	111,3
К - ОСВ - 15	11,27	121,6	7,33	113,5
К - ОСВ - 20	12,06	130,1	8,15	125,7

Применение компоста, активизируя рост растений ячменя, обеспечивало формирование более высокой урожайности зерна ячменя (табл.6). Рост урожая был обусловлен более высоким уровнем обеспеченности растений элементами питания и происходил, главным образом, за счет большего количества продуктивных стеблей и озерненности колоса.

Таблица 6 – Формирование урожайности зерна ячменя под влиянием компоста

Варианты опыта, т/га	Масса снопа, кг/м²	Количество стеблей, шт./м²		Биологическая урожайность		Продуктивность колоса	
		Общее	Продуктивные	г/м²	%	шт.	г
Контроль	0,78	514	480	360	100,0	19,1	0,75
К - ОСВ-5	0,81	537	491	383	106,4	20,5	0,78
К - ОСВ - 10	0,85	555	511	404	112,2	21,2	0,79
К - ОСВ - 15	0,94	602	523	429	119,1	21,8	0,82
К - ОСВ - 20	1,03	629	557	462	128,4	22,1	0,83

$НСР_{0,95}$27

Повышение функциональной активности и устойчивости ячменя к абиотическим факторам за счет улучшения минерального питания широким спектром микро- и макроэлементов, содержащихся в компосте, способствовало увеличению резистентности растений к биотическим повреждающим воздействиям.

Исследования показали положительное влияние компоста на снижение подверженности растений ячменя корневым гнилям, что согласуется с показателями продукционного процесса (таблицы 4, 5) и ростом урожайности (табл. 6). Так, распространенность патогена по всем опытным вариантам в фазу роста стебля-колошение была меньше, чем в контроле в зависимости от дозы компоста на 4,5-16 %. Кроме того, степень развития заболевания имела тенденцию к снижению и была наиболее выражена в вариантах 15 т/га и 20 т/га. Увеличение устойчивости растений ячменя к патогенам одновременно сопровождалась повышением их неспецифической резистентности к экстремальным абиотическим воздействиям, в частности, засухе. Об этом свидетельствуют результаты по определению водоудерживающей способности флаговых листьев ячменя в фазу колошения, т.е. максимальной активности формирования генеративных органов.

Так, помещенные в эксикатор листья ячменя опытных вариантов в течение 24 часов экспозиции сохраняли в своих клетках и тканях большее количество связанной воды по сравнению с контролем на 3,5-7,6 %, что создает предпосылки повышения засухоустойчивости ячменя за счет увеличения водоудерживающей способности биоколлоидов.

Критерием, отражающим биологическую активность почвы и ее экологическое состояние, является целлюлозолитическая активность, происходящая под действием микроорганизмов-деструкторов. Установлено, что целлюлозоразлагающая активность почвы, определяемая по убыли массы льняного полотна в слое 0-20 см варьировала в опытных вариантах в диапазоне от 53,5 до 58,7 %, тогда как в контроле этот показатель равнялся 44,1 %.

Заключение

Биотрансформация ОСВ в органоминеральные удобрения методом компостирования позволяет включить его в биологический круговорот агроэкосистемы, снизить уровень локального загрязнения и обеспечить рост продуктивности культуры ячменя. Улучшение режима минерального питания на серых лесных почвах за счет применения ОСВ в дозах 10-20 т/га способствовало улучшению роста и развития растений, повышению их резистентности к биотическим и абиотическим повреждающим воздействиям. Увеличение урожайности зерна до 28,4% происходило за счет перестройки элементов структуры растительного организма в пользу увеличения числа генеративных органов в результате улучшения режима минерального питания и повышения интенсивности фотосинтетических процессов.

Список литературы

1. Алексеева, А.С. Влияние применения нетрадиционных органических удобрений на накопление тяжелых металлов и биологическую

активность дерново-подзолистых супесчаных почв: дис. ... канд. биол. наук / А.С. Алексеева. - М. 2002. - 145с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002848139

2. Антипкина, Л.А. Обоснование эффективности применения органоминеральных удобрений на деградированных землях при выращивании рапса / Л.А. Антипкина, К.Н. Евсенкин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, 2016. – С. 19-24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28084988

3. Иванов, Е.С. Экологическая оценка возможности использования осадка сточных вод очистных сооружений г. Рязани в качестве удобрений / Е.С. Иванов, А.С. Чердакова // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. - № 4(16). - С 31-36. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18362613

4. Касатиков, В.А. Влияние биологически модифицированных компостов на агрохимический состав почвы, макроэлементный состав зерновых культур и их урожайность / В.А. Касатиков, А.С. Рауэлиаривуни, Н.П. Шабардина // Материалы координационного совещания «Высокоэффективные системы использования органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов». Владимир. ВНИИОУ, 2012.- С. 48-51. URL: http://catalog.belal.by/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?I21DBN=BELAL&P21DBN=BELAL&C21COM=S&S21P03=i=&S21STR=606125

5. Левин, В.И. Влияние осадка сточных вод на морфофизиологическую изменчивость растений овса (AVENA SATIVA) в агроценозах / В.И. Левин, Т.В. Хабарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического Университета имени П.А. Костычева. - 2012. - № 4 (16).- С. 44-47. URL: https://elibrary.ru/contents.asp?id=33802334&selid=18362616

6. Лучицкая, О.А. Воздействие осадков сточных вод на почву и растения / О.А. Лучицкая, С.М. Севостьянов // Агрохимия, 2007.- № 9.- С.80-84. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=9536713

7. Мазепо, О.А. Использование осадка городских сточных вод в качестве удобрения для бобовых культур / О.А. Мазепо // Современные проблемы технических наук: сборник тезисов докладов Новосибирской межвузовской научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири». Новосибирск, 2012.- С.15. URL: http://www.knigi.konflib.ru/8himiya/140062-3-nauchnoe-soobschestvo-studentov-xxi-stoletiya-estestvennie-nauki-novosibirsk-2013-udk-bbk-nauchnoe-soobschestvo-st.php

8. Макарова, М.П. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса / М.П. Макарова, Д.В. Виноградов // Вестник РГАТУ, 2013. - № 3. - С. 109-112. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20276131

9. Способ получения органоминерального удобрения из осадков сточных вод с помощью компостирования. РФ/ Правкина С.Д., Карякин А.В., Левин В.И., Хабарова Т.В. – Патент № 2283561, 2006. URL: http://www.freepatent.ru/patents/2489414

10. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур / С.С. Санин, В.И. Черкашин, Л.Н. Назарова, Е.А. Соколова. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. - 140 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000967248

11. Хабарова, Т.В. Экологическое обоснование применения вермикомпостов на основе осадка сточных вод на выработанном агроземе торфяно-минеральном / Т.В. Хабарова, В.И. Левин, С.Д. Правкина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. - № 2. – С. 24-28. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21731385

12. Хабарова, Т.В. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного // / Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, Б.И. Кочуров, В.И. Левин, Н.В. Бышов // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13. - № 2. – С. 132-143. URL: DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-132-143

13. Чекмарева, А.В. Агроэкологическая эффективность применения органоминеральных удобрений при выращивании рапса на деградированных землях / А.В. Чекмарева, Л.А. Антипкина // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции, 2016. – С. 146-150. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26259506

14. Шершнева, Е.С. Определение токсичности компостов на основе осадков сточных вод методом биоиндикации по содержанию хлорофилла в листьях газонных трав / Е.С. Шершнева, М.С. Матюхин, С.Д. Карякина, Л.А. Антипкина // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2015. - № 8. – С. 184-188. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25610807

15. Aoki, M.,IchiiH. Sevage sludge use in agriculture and evaluation of composting facilites// Trans. 14th Int. Congr. Soil Sci., Kyoto, Aug., 1990, vol. 4. Commis. 4. -Kyoto, 1990.-S. 210-215. URL: https://www.researchgate.net/publication/321452967_Environmentally_safe_storage_of_wastes_from_iron-ore_enrichment

16. Bisessar, S. Effect of lime on nickel uptake and toxicity in celery grown on musk soil contaminated by a nickel refmtry // Sci. Total Environ., 1989, N 8, p. 83-90. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-12038-84

17. Miller, R.W., Azzari A/S., Gardiner D.T. Heavy metals in crops as affected by soil types and sewage sludge rates // Communic. Soil Sc. Plant Analysis, 1995, Vol. 26, N5/6, p. 703-711. URL: https://www.researchgate.net/scientific-contributions/RW-Miller-71914053

18. Pecher, A., Anders L., Bertz M. SchwermetallgthaltelandwirtschaftlichgenutzterBoden im Land Brandenburg.Schr.-R. / Verb.Dt.Landw. Unters.Forsch.-Anst.-Darmstard, 1995; № 40, p. 663-666. URL: https://www.dissercat.com/content/fitomelioratsiya-i-fitoremediatsiya-pochv-selskokhozyaistvennogo-naznacheniya-s-razlichnoi-s

AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF COMPOST FROM WASTE WATER SEDIMENT WHEN GROWING BARLEY

Levin Viktor I., *Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor of the Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, levin-49@bk.ru*

Antipkina Lyudmila A., *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, LAtalanova@yandex.ru*

Erofeeva Tatyana V., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, xabarova-tv@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, 390044

Problem and purpose. *A distinctive feature of the 21st century is the intense anthropogenic impact on the environment, the accumulation of organic municipal and industrial waste that is growing from year to year, which has a negative impact on the living conditions of people and the ecosystem.*

The aim of the work was to conduct an experimental agroecological assessment of the effect of compost, developed by the authors, on the basis of sewage sludge on the formation of agrophytocenosis in barley, including the main elements of the production process, plant resistance to root rot, drought, as well as soil biological activity.

Methods. *The work was experimental in nature, carried out in laboratory and field conditions. The experiments were carried out on 2 varieties of barley. Conditioned seeds were used. The response of barley was assessed in terms of sowing qualities of seeds, morphometric parameters of seedlings, dynamics of phytomass accumulation, productivity of photosynthesis, and the value of yield.*

The sowing qualities of seeds were determined according to GOST 12038-84, plant damage by root rot was determined according to VIZR-2002 method, as well as phytosanitary examination of grain crops (plant diseases) [10].

Results. *The introduction of compost in doses from 5 to 20 t/ha contributed to intensification of the production process in the agrophytocenosis of barley. The response of this crop was accompanied in laboratory conditions by stimulating the growth of seedlings, increasing the germination energy from 5 to 11 %, depending on the variety, the trend of increasing laboratory germination.*

In the field, the use of compost promoted an increase in field germination by 6-7 %, the accumulation of phytomass by 11.3-13.5 % and the productivity of photosynthesis by 6.6-25.7 % compared to the control.

The increase in the yield of barley grain, depending on the doses of WWS, was 6.4-28.4 %. There was a steady tendency to increase the resistance of plants of experimental variants to root rot and drought.

Conclusion. *The results obtained indicate a significant improvement in the mineral nutrition of barley plants on gray forest soils under the influence of the applied doses of compost, the activation of plant growth and development, an increase in the productivity of agrophytocenosis and its resistance to biotic damaging influences are provided.*

Key words: *sewage sludge (SS), compost, SS phytotoxicity, seed germination, plant growth, root rot, soil biological activity.*

Literatura

1. *Alekseeva, A.S. Vliyanie primeneniya netradicionnyh organicheskih udobrenij na nakoplenie tyazhelyh metallov i biologicheskuyu aktivnost' dernovo-podzolistyh supeschanyh pochv: dis. ... kand. biol. nauk / A.S. Alekseeva. - M. 2002. - 145s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002848139*
2. *Antipkina, L.A. Obosnovanie effektivnosti primeneniya organomineral'nyh udobrenij na degradirovannyh zemlyah pri vyrashchivanii rapsa / L.A. Antipkina, K.N. Evsenkin // Sb.: Innovacionnoe razvitie sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii, 2016. – S. 19-24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28084988*
3. *Ivanov, E.S. Ekologicheskaya ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya osadka stochnyh vod ochistnyh sooruzhenij g. Ryazani v kachestve udobrenij / E.S. Ivanov, A.S. CHerdakova // Vestnik FGBOU VPO RGATU, 2012. - № 4(16). - S 31-36. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18362613*
4. *Kasatikov, V.A. Vliyanie biologicheski modificirovannyh kompostov na agrohimicheskij sostav pochvy, makroelementnyj sostav zernovyh kul'tur i ih urozhajnost' / V.A. Kasatikov, A.S. Raueliarivuni, N.P. SHabardina // Materialy koordinacionnogo soveshchaniya «Vysokoeffektivnye sistemy ispol'zovaniya organicheskih udobrenij i vozobnovlyaemyh biologicheskih resursov». Vladimir. VNIIOU, 2012.- S. 48-51. URL: http://catalog.belal.by/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?I21DBN=BELAL&P21DBN=BELAL&C21COM=S&S21P03=i=&S21STR=606125*
5. *Levin, V.I. Vliyanie osadka stochnyh vod na morfofiziologicheskuyu izmenchivost' rastenij ovsa (AVENA SATIVA) v agrocenozah / V.I. Levin, T.V. Habarova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo Universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2012. - № 4 (16).- S. 44-47. URL: https://elibrary.ru/contents.asp?id=33802334&selid=18362616*
6. *Luchickaya, O.A. Vozdejstvie osadkov stochnyh vod na pochvu i rasteniya / O.A. Luchickaya, S.M. Sevost'yanov // Agrohimiya, 2007.- № 9.- S.80-84. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=9536713*

7. Mazepo, O.A. Ispol'zovanie osadka gorodskih stochnyh vod v kachestve udobreniya dlya bobovyh kul'tur / O.A. Mazepo // Sovremennye problemy tekhnicheskih nauk: sbornik tezisov dokladov Novosibirskoj mezhvuzovskoj nauchnoj studencheskoj konferencii «Intellektual'nyj potencial Sibiri». Novosibirsk, 2012.- S.15. URL: http://www.knigi.konflib.ru/8himiya/140062-3-nauchnoe-soobschestvo-studentov-xxi-stoletiya-estestvennie-nauki-novosibirsk-2013-udk-bbk-nauchnoe-soobschestvo-st.php

8. Makarova, M.P. Vliyanie organomineral'nyh udobrenij na osnove OSV i ceolita na produktivnost' agrocenoza yarovogo rapsa / M.P. Makarova, D.V. Vinogradov // Vestnik RGATU, 2013. - № 3. - S. 109-112. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20276131

9. Sposob polucheniya organomineral'nogo udobreniya iz osadkov stochnyh vod s pomoshch'yu kompostirovaniya. RF/ Pravkina S.D., Karyakin A.V., Levin V.I., Habarova T.V. – Patent № 2283561, 2006. URL: http://www.freepatent.ru/patents/2489414

10. Fitosanitarnaya ekspertiza zernovyh kul'tur / S.S. Sanin, V.I. CHerkashin, L.N. Nazarova, E.A. Sokolova. - M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2002. - 140 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000967248

11. Habarova, T.V. Ekologicheskoe obosnovanie primeneniya vermikompostov na osnove osadka stochnyh vod na vyrabotannom agrozeme torfyano-mineral'nom / T.V. Habarova, V.I. Levin, S.D. Pravkina // Problemy agrohimii i ekologii. – 2014. - № 2. – S. 24-28. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21731385

12. Habarova, T.V. Agroekologicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya osadka stochnyh vod i vermikompostov v agrocenoze ovsa posevnogo // / T.V. Habarova, D.V. Vinogradov, B.I. Kochurov, V.I. Levin, N.V. Byshov // YUg Rossii: ekologiya, razvitie. – 2018. – T. 13. - № 2. – S. 132-143. URL: DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-132-143

13. CHekmareva, A.V. Agroekologicheskaya effektivnost' primeneniya organomineral'nyh udobrenij pri vyrashchivanii rapsa na degradirovannyh zemlyah / A.V. CHekmareva, L.A. Antipkina // Sb.: Innovacionnye podhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona: Materialy 67-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 2016. – S. 146-150. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26259506

14. SHershneva, E.S. Opredelenie toksichnosti kompostov na osnove osadkov stochnyh vod metodom bioindikacii po soderzhaniyu hlorofilla v list'yah gazonnyh trav / E.S. SHershneva, M.S. Matyuhin, S.D. Karyakina, L.A. Antipkina // Problemy mekhanizacii agrohimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo hozyajstva. – 2015. - № 8. – S. 184-188. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25610807

15. Aoki, M.,IchiiN. Sevage sludge use in agriculture and evaluation of composting facilites// Trans. 14th Int. Congr. Soil Sci., Kyoto, Aug., 1990, vol. 4. Commis. 4. -Kyoto, 1990.-S. 210-215. URL: https://www.researchgate.net/publication/321452967_Environmentally_safe_storage_of_wastes_from_iron-ore_enrichment

16. Bisessar, S. Effect of lime on nickel uptake and toxicity in celery grown on musk soil contaminated by a nickel refmtry // Sci. Total Environ., 1989, N 8, p. 83-90. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-12038-84

17. Miller, R.W., Azzari A/S., Gardiner D.T. Heavy metals in crops as affected by soil types and sewage sludge rates // Communic. Soil Sc. Plant Analysis, 1995, Vol. 26, N5/6, p. 703-711. URL: https://www.researchgate.net/scientific-contributions/RW-Miller-71914053

18. Pecher, A., Anders L., Bertz M. SchwermetallgthaltelandwirtschaftlichgenutzterBodenim Land Brandenburg.Schr.-R. / Verb.Dt.Landw. Unters.Forsch.-Anst.-Darmstard, 1995; № 40, p. 663-666. URL: https://www.dissercat.com/content/fitomelioratsiya-i-fitoremediatsiya-pochv-selskokhozyaistvennogo-naznacheniya-s-razlichnoi-s

УДК 631.54:633.853 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.73.35.007***

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАПСА ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

ЛУПОВА Екатерина Ивановна, *канд. биол. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, katya.lilu@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Показатели экономической эффективности отрасли растениеводства в сельскохозяйственных предприятиях, в том числе рентабельности рапсосеяния, весьма далеки от тех значений, что могли бы вывести рапс в топовые культуры. Низкая урожайность рапса – лишь следствие данной проблемы. Выявление наиболее эффективных элементов агротехнологии и соблюдение баланса всех составляющих производства семян культуры – залог повышения продуктивности масличных. Актуальность проблемы и решение вопросов производства семян рапса и определило*

© Лупова Е. И., 2021 г.

направление наших исследований. Цель исследований – выявить оптимальный срок посева ярового рапса, сортов Ратник и Озорно, гибрида Сальса КЛ, возделываемых в условиях южной части Нечерноземной зоны России.

Методология. *Исследования выполнены на основе анализа опубликованных данных отечественных и зарубежных ученых, вследствие чего были сформированы цель, задачи, план полевых опытов с учетом подбора необходимых методик и ГОСТов. Осуществлены также лабораторные исследования по выявлению качественных показателей семян, фотосинтетических показателей; проведена математическая обработка опытных данных.*

Результаты. *В условиях южной части Нечерноземной зоны на серых лесных почвах в полевых исследованиях 2016-2021 годов выявлено, что максимальная урожайность маслосемян у гибрида Сальса КЛ – с посевом в первой декаде мая (23,8 ц/га). Наибольшая урожайность маслосемян у сорта Ратник зафиксирована во второй срок посева – во II-й декаде мая (20,9 ц/га), у сорта Озорно – в I-й декаде мая (21,4 ц/га). Более высокая масличность в опыте зафиксирована у гибрида Сальса КЛ, в среднем по годам 45,7-46,2 %. Максимальный выход жира на варианте Сальса КЛ – при посеве в I-й декаде мая (1099,5 кг/га), Озорно – при посеве в I-й декаде мая (899,6 кг/га), Ратник – при посеве во II-й декаде мая (898,7 кг/га).*

Заключение. *Рекомендуем высевать яровой рапс данных сортов в первой половине мая. Все растительные масла, полученные в вариантах исследований, характеризовались высоким пищевым достоинством, с отсутствием, или в виде присутствия следов (не более 0,005 %), эруковой и эйкозеновой жирных кислот. Объем выхода растительного жира имел прямую зависимость, прежде всего, от семенной продуктивности и, в меньшей степени, от масличности.*

Ключевые слова: *рапс яровой, Нечерноземная зона России, срок посева, сорт, гибрид, агротехнология, урожайность, масличность, выход жира.*

Введение

В начале нового века наметился необычайный спрос на растительные пищевые масла и кормовой протеин. Масличное сырье в настоящее время играет незаменимую роль в повышении уровня здоровья населения, а также позволяет обеспечивать высококачественным продовольствием, сбалансированным белком отрасль животноводства [1,2,13,14,18]. Всё это обусловило резкое расширение видов производимых масличных культур, прежде всего рапса, а также значительное наращивание валовых сборов маслосемян [10,17].

Как показывает мировая практика, в важности решения проблемы нехватки растительного жира и кормового протеина при выращивании масличных, в том числе капустных культур, исключительная роль принадлежит такой культуре как рапс.

Больше половины посевов рапса сосредоточены в Азии, крупными производителями маслосемян являются такие страны как США, Канада, Франция, Германия, Швеция и другие.

В Россию рапс был завезен в XIX веке из Средиземноморья. Рапсовое масло используется как на технические, так и на пищевыенужды; культура играет важную роль в кормлении сельскохозяйственных животных. Зеленая масса рапса по своей кормовой ценности не уступает люцерне и клеверу, а приготовленный силос из рапса не уступает по качеству корма силосу, приготовленному из таких признанных силосных культур как кукуруза, топинамбур и подсолнечник [3,5,12].

В настоящее время в Российской Федерации посевные площади под озимым и яровым рапсом выросли более чем на 30 % и ежегодно составляют более 1500 тыс. га. В Рязанской области посев озимого и ярового рапса осуществляется на площади более 60 тыс. га, при средней урожайности по региону за последние 3-4 года 20-22 ц/га маслосемян [3,4,7]. Так, в 2021 году в Рязанской области намолочено 86,6 тыс. тонн маслосемян рапса и сурепицы, с площади в 50,5 тыс. га. В 2021 году максимальные площади под крестоцветными культурами были сосредоточены в Сараевском (7855 га), Михайловском (7576 га), Милославском (6349 га), Старожиловском (4826 га) районах Рязанской области.

Важным элементов агротехнологии рапса является применение эффективного срока посева для той или иной природно-климатической зоны России. Ежегодно оптимальные сроки посева могут существенно отличаться, поэтому «непопадание» в срок высева может привести к снижению урожая, а в отдельные годы и к полной гибели культуры, например, от повреждения вредителями или засушливого периода при развитии рапса в начальный период. Разница в сроках посева в Нечерноземье может быть достаточно велика, составляет до 8-12 дней, так как, например, юго-западные и юго-восточные территории зоны существенно отличаются. Южная часть Нечерноземной зоны, куда в большей части относится Рязанская область, характеризуется более мягкими, умеренными температурными показателями, чем северные районы, и хорошей влагообеспеченностью в весенний период [15,16].

Важно учитывать, что новые, перспективные районированные сорта и гибриды типа 00, 00+ имеют интенсивное развитие, поэтому высевать их рекомендуют, в среднем, на неделю позже по сравнению со стандартными, распространенными ранее сортами. Отметим, что вопрос сроков посева гибридов и сортов ярового рапса 00+ требует дополнительного исследования [6,8,9,12]. Актуальность и важность данных вопросов разработки элементов агротехнологии производства семян рапса и определили направление наших исследований.

Цель исследований – выявить оптимальный

срок посева ярового рапса, сортов Ратник и Озорно, гибрида Сальса КЛ, возделываемых в условиях южной части Нечерноземной зоны России.

Объекты и методы исследования

Исследования по выявлению оптимальных сроков посева ярового рапса в условиях опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВО РГАТУ проведены в 2016-2021гг.

Объект исследований – рапс яровой: гибрид Сальса КЛ, сорта Ратник, Озорно.

Агрохимическая характеристика опытной темно-серой лесной почвы: органическое вещество – 2,90-3,18 %; нитратный азот – 6,1-6,3 мг/кг; фосфор – 325,5-338,0 мг/кг; калий – 256,5-278,1 мг/кг; сера – 5,1-5,4 мг/кг; обменный кальций – 10,5-11,6 Ммоль /100 г; обменный магний – 2,18-2,33 Ммоль /100 г., pH (солевой) – 5,5.

Рапс яровой немецкого гибрида Сальса КЛ выращивался по агротехнологии с использованием системы Clearfield, которая включала применение гербицида Нопасаран, 1,2 л/га + прилипатель Даш. На остальных делянках с Озорно и Ратником проводили опрыскивание гербицидом Галион, ВР, 0,3 л/га + Миура, КЭ, 0,8 л/га.

Посев осуществлялся в три срока: в I-й декаде (5-8 мая), II-й декаде (16-19 мая), III-й декаде (17-20 мая). Посев культуры был выполнен инкрустированными семенами, что существенно сдерживало повреждение вредителями, прежде всего, видами крестоцветной блошки.

Агротехнические мероприятия по возделыванию ярового рапса выстраивались с учетом климатических условий и рекомендаций для культуры в Нечерноземной зоне.

Технологические приемы по возделыванию ярового рапса выполнены в оптимальные рекомендованные сроки.

Опытные посевы заложены по общепринятым методикам [5,11]. Полученные экспериментально-опытные данные подвергались математической обработке с помощью дисперсионного анализа и программ ЭВМ.

Результаты исследований

В целом за годы исследований сложились благоприятные погодные условиях для развития ярового рапса в начальные фазы. Исключением составил весенний период 2019 года, когда отмечалась засушливая и жаркая весна, было затруднено прорастание семян, и отмечалась высокая повреждаемость растений крестоцветными блошками, а позже рапсовым цветоедом. В начальные фазы роста существенным фактором развития растений являлась влажность почвы, особенно ее поверхностный слой. Отметим, что в первый срок посева в условиях Рязанской области наблюдаются достаточные влагозапасы в почве, с дефицитом влаги ко второй половине мая.

В то же время в конце апреля-начале мая низкий температурный режим существенно замедляет ростовые процессы ярового рапса, наблюдается активная конкуренция со стороны сорной растительности. В связи с чем в агроценозах ярового рапса необходимо обязательное применение гербицидных обработок в фазу 2-6 настоящих листьев у культуры. В опыте на вариантах с гибридом Сальса применяли систему Clearfield, что во многом снизило засоренность делянок, в среднем, на 18,9-44,5 % от контроля. При обработке гербицидом Нопасаран сорная растительность погибала или сильно угнеталась в течение всего периода вегетации рапса ярового, в связи с чем при уборке культуры отмечалось более равномерное созревание и снижение различной примеси и влажности зерновой массы (рис. 1).

Рис. 1 – Биометрические измерения и уборка ярового рапса в вариантах исследований на опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВО РГАТУ

В среднем, по годам опыта, вегетационный период культуры составил от 128 до 105 дней, в зависимости от варианта. Так, более коротким периодом вегетации отличались делянки последнего, третьего срока посева сорта Озорно. В среднем разница в развитии между первым и третьим сроками посева составляла 10-13 дней; фазы роста у рапса, посеянного во второй декаде мая, проходили скоротечнее, чем у культуры, посеянной в начале мая. Наиболее короткий период вегетации отмечен на варианте Озорно, III-го срока посева, 2019 года (101 день).

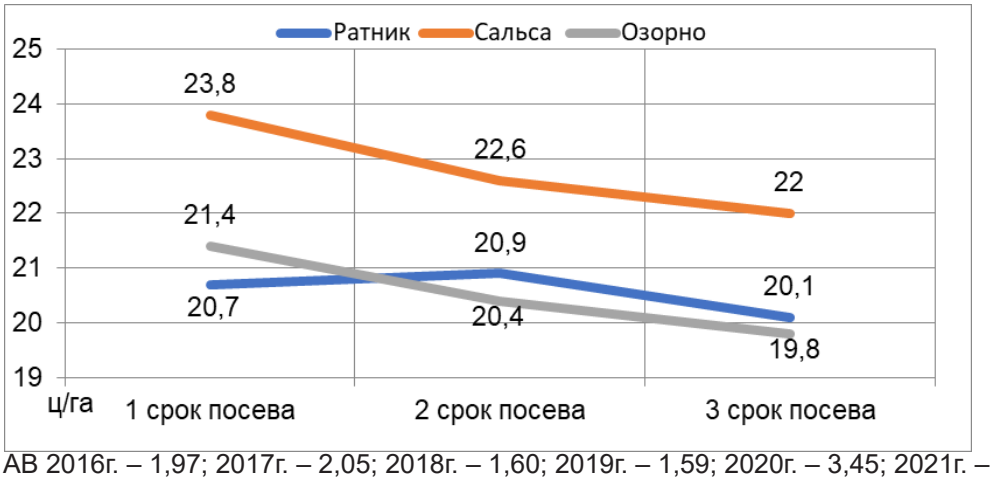
На фотосинтетическую деятельность ярового рапса существенно влияли сроки посева культуры (табл. 1).

Таблица 1 – Фотосинтетические показатели ярового рапса в зависимости от сроков посева, среднее за 2016-2021 гг.

Посев	Максимальная площадь листьев, тыс. м²/га			Фотосинтетический потенциал, млн. м²/га дней		
	Сальса КЛ	Озорно	Ратник	Сальса КЛ	Озорно	Ратник
I-й срок	43,9	37,9	36,0	1,62	1,59	1,39
II-й срок	39,0	34,3	36,3	1,50	1,44	1,40
III-й срок	35,1	33,1	33,0	1,39	1,43	1,37

Максимальные показатели фотосинтетической деятельности фиксировались в период начала-полного цветения. Именно в этот фенологический период отмечена наиболее высокая площадь листового аппарата, где максимальная площадь листьев выявлена на вариантах I-го срока посева + Сальса КЛ (43,9 тыс. м²/га), I-го срока посева + Озорно (37,9 тыс. м²/га), на вариантах по сорту Ратник в первых двух сроках посева (36,0-36,3 тыс. м₂/га). Фотосинтетический потенциал (ФП) возрастал, в том числе, и за счет продолжительного периода прохождения фенопериодов культуры, вследствие чего высокие значения фиксировались у вариантов первого срока посева – посеве в I-й декаде мая. С началом прохождения фазы зеленых стручков фотосинтетический потенциал рапса существенно снизился ввиду спада работы листового аппарата, который сопровождался частичным опадением листьев и их увяданием в это время. В годы исследований такой фотосинтетический показатель как площадь работы листьев (ПРЛ) существенно не изменялся. По вариантам исследований ПРЛ составила 1,63-1,69 кг на 1 тыс. ед. ФП (Сальса КЛ), 1,59-1,64 (Озорно, Ратник).

Урожайность культуры во многом зависела от густоты растений и такого элемента структуры урожая, как количество стручков на растении. Показатель массы 1000 семян (4,5-5,6 г) изменялся меньше от изучаемых факторов во многом из-за генетических особенностей культуры. В среднем, максимальным количеством стручков отмечались варианты с гибридом Сальса КЛ первого срока посева (128,5-169,3 шт./растение). Снижение засоренности посевов вело к увеличению показателей элементов структуры урожая, что отражалось на повышении продуктивности ярового рапса (рис. 2).



$НСР_{05}$ ц/га, АВ 2016г. – 1,97; 2017г. – 2,05; 2018г. – 1,60; 2019г. – 1,59; 2020г. – 3,45; 2021г. – 2,38

Рис. 2 – Урожайность ярового рапса в зависимости от факторов исследования, среднее 2016-2021 гг.

В среднем в исследованиях наиболее высокая урожайность отмечена на гибриде Сальса КЛ (23,8-22,0 ц/га). Максимальная средняя урожайность зафиксирована на варианте Сальса КЛ с посевом в I-й срок (23,8 ц/га). Максимальная урожайность семян отмечена в 2020 году также на варианте Сальса КЛ с посевом в I-й срок (31,1 ц/га).

Более высокая урожайность зафиксирована в первый срок посева культуры для вариантов с Сальса КЛ и Озорно. А вот наибольшая урожайность маслосемян для сорта Ратник (20,9 ц/га) выявлена при посеве во второй срок – во II декаде (16-19 мая).

При формировании биохимического состава семян, существенное воздействие оказывают погодные условия периода вегетации. Так же, различная влажность семян при уборке, разнокачественность при обмолоте, генетические особенности сортов – всё это влияет на масличность и жирнокислотный состав рапсового масличного сырья. Масличность культуры зависела от сроков созревания (рис. 3). Семена растений, посеянных в первые два срока, имели более высокую масличность, чем при третьем сроке, в среднем, на 0,5-1,8% выше.

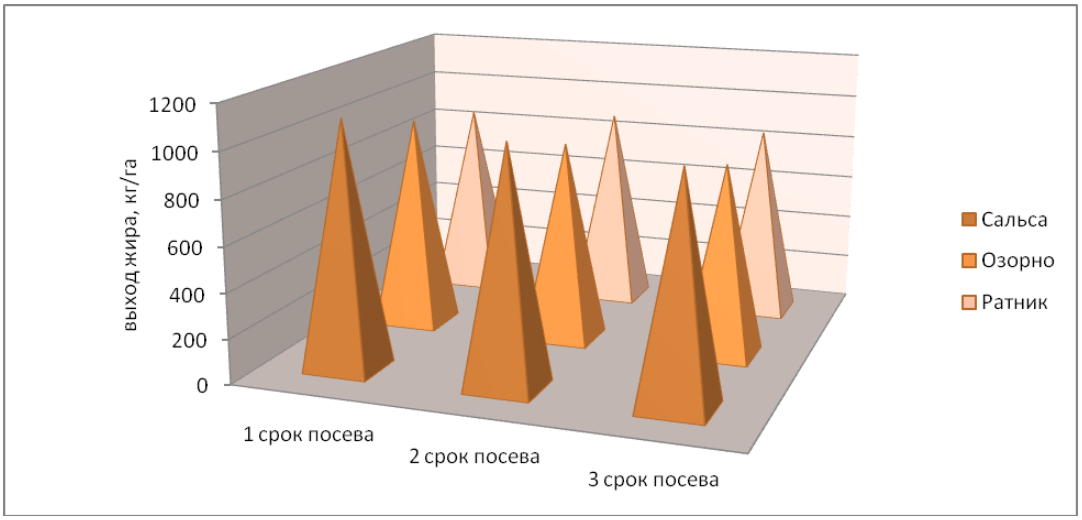


Рис. 3 – Показатель выхода жира в зависимости от изучаемых факторов, среднее 2016-2021 гг.

Более высокая масличность в опыте зафиксирована у гибрида Сальса КЛ – в среднем по годам 45,7-46,2 %. При приемке масличного сырья на многих маслоперерабатывающих заводах ограничение по масличности составляет не ниже 42 %. Отметим, что все исследуемые сорта имели более высокую масличность и вполне подходят для реализации по этому критерию.

Заключение

Констатируем, что максимальная средняя урожайность зафиксирована на варианте Сальса КЛ с посевом в I-й срок (23,8 ц/га). Максимальная урожайность семян отмечена в 2020 году, также на варианте Сальса КЛ с посевом в I-й срок (31,1 ц/га). Более высокая урожайность зафиксирована в первый срок посева культуры для вариантов с Сальса КЛ и Озорно. Наибольшая урожайность маслосемян для сорта Ратник (23,8 ц/га) выявлена при посеве во второй срок - во I-йI декаде. В связи с чем рекомендуем высевать культуру данных сортов в первой половине мая.

Объем выхода растительного жира, прежде всего, имел прямую зависимость от семенной продуктивности, и в меньшей степени от масличности. В опыте максимальный выход жира – на вариантах Сальса КЛ + посев в I-й декаде мая (1099,5 кг/га), Озорно + посев в II-й декаде мая (899,6 кг/га), Ратник + посев в II-й декаде мая (898,7 кг/га).

Отметим, что использование технологии производства рапса по системе Clearfield во многом снизило засоренность вариантов с гибридом Сальса КЛ, в среднем, на 18,9-44,5 % от контроля; ко времени уборки культуры отмечалось более равномерное созревание, снижение влажности зерновой массы.

Все растительные масла изученных сортов и гибрида характеризовались высоким пищевым достоинством, с отсутствием, или в виде присутствия следов (не более 0,005%), эруковой и эйкозеновой жирных кислот.

Список литературы

1. Виноградов, Д.В. Использование капустных культур [Текст] / Д.В. Виноградов // Пчеловодство. 2009. № 5. С. 23-24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=12228550

2. Виноградов, Д.В. Состояние производства и российский рынок масличных культур [Текст] / Д.В. Виноградов // В сб.: Социально-экономические аспекты современного развития АПК: опыт, проблемы, перспективы. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Саратов: СГАУ, 2009. С. 20-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19096457

3. Виноградов, Д.В. Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве ярового рапса [Текст] / Д.В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. 2009. № 2. С. 62-64. URL: https:// elibrary.ru/item.asp?id=13532934

4. Виноградов, Д.В. Особенности и перспективы возделывания масличных культур в условиях юга Нечерноземья [Текст] / Д.В. Виноградов // В сб.: Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур. 5-я международной конференции молодых ученых и специалистов. Краснодар: ВНИИМК, 2009. С. 51-54. URL: https:// elibrary.ru/item.asp?id=22652095

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]. – 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М: Агропромиздат, 1985. – 351 с. URL: https://www.studmed.ru/view/dospehov-ba-metodika-polevogo-opyta_9733259bddc.html

6. Дубровина, О.А. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита [Текст]/ Т.В. Зубкова, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2020. №4. С.17-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44845888

7. Зубкова Т.В. Морфологические и химические свойства новых удобрений и применение их при возделывании рапса [Текст] / Д.В. Виноградов, С.М. Мотылева, О.А. Дубровина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной ака-

демии имени В.Р. Филиппова, 2021. №2(63). С.13-21.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=46244235

8. Лупова, Е.И. Влияние различных уровней минерального питания на урожайность масличных культур [Текст] / Е.И. Лупова, К.В. Наумцева, Д.В. Виноградов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. – Т.5. – №4. – С. 23-29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id =44065876

9. Лупова, Е.И. Влияние гуминового удобрения и доз минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса [Текст] / Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // Вестник аграрной науки, 2020. – №3(84). – С. 31-37. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43136348

10. Лупова, Е.И. Безопасность и качество растительного масла в зависимости от сортов и гибридов рапса, выращенного в условиях Рязанской области [Текст] / Е.И. Лупова, И.С. Питюрина, Д.В. Виноградов, Е.С. Иванов // Вестник КРАСГАУ, 2020. – №8(161). – С. 135-143. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43930178

11. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [Текст] / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов [и др.] / под общ. ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: ВНИИМК, 2010.– 327 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21792553

12. Соколов, А.А. Влияние органоминерального удобрения на продуктивность ярового рапса в условиях Рязанской области [Текст] / А.А. Соколов, Е.И. Лупова, М.А. Мазиров, Д.В. Виноградов // Владимирский земледелец. 2020. С.29-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42816021

13. Ступин, А.С. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области [Текст] / А.С. Ступин, Д.В. Виноградов, Е.И. Лупова, Г.Н. Фадькин, К.Д. Сазонкин // Вестник РГАТУ, 2019. - №44(44). – С. 66-69. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584079

14. Филатова, О.И. Масличные культуры в Рязанской области [Текст] / О.И. Филатова, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // В сборнике: Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Рязань, 2018. С. 104-108. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35398326&pff=1

15. Vinogradov, D.V. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis / D.V. Vinogradov, E.A. Vysotskaya, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 422(2020) 012014 DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012014

16. Vinogradov, D.V. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia / D.V. Vinogradov, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012204 DOI:10.1088/17551315/341/1/012204

17. Lupova, E.I. Comparative characteristics of quality indicators of nontraditional vegetable oil types / E.I Lupova, I.S. Pityurina, D.V. Vinogradov, R.N. Ushakov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 (2021) 012170 DOI:10.1088/1755-1315/624/1/01217

18. Lupova, E. I. Yield of winter rape in Ryazan region / E. I Lupova, K. D. Sazonkin, D. V. Vinogradov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 723 (2021) 022031 DOI:10.1088/1755-1315/723/2/022031

PRODUCTIVITY OF SPRING RAPE IN CONDITIONS OF THE SOUTHERN PART OF THE NON-BLACK EARTH ZONE

Lupova Ekaterina I., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Agrotechnologies, katya.lilu@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *The indicators of the economic efficiency of the crop growing sector of agricultural enterprises, including the profitability of rapeseed, are very far from those values that could bring rapeseed into the top crops. Low rapeseed yield is just a consequence of this problem. Identifying the most effective elements of agricultural technology and maintaining the balance of all components of the crop production is the key to increasing the productivity of oilseeds. The relevance and solution of these issues of rapeseed production has determined the direction of the research.The purpose of the research is to identify the optimal sowing time for spring rape, varieties Ratnik and Ozorno, Salsa KL hybrid cultivated in the southern part of the Non-Chernozem zone of Russia.*

Methods. *The research methodology was carried out on the basis of an analysis of the literature data of domestic and foreign scientists, as a result of which the purpose, objectives, a plan for the implementation of field experiments were formed, considering the selection of the necessary techniques and GOSTs. Laboratory studies were also carried out to identify the quality and photosynthetic indicators of seeds, followed by mathematical processing of experimental data.*

Results. *Field studies in 2016-2021 showed that in the southern part of the Non-Chernozem zone, on gray forest soils, the maximum yield of oilseeds in Salsa KL hybrid when sowing in the first decade of May was 23.8 dt/ha. The highest yield of oilseeds in Ratnik variety equal to 20.9 dt/ha was recorded in the second sowing period, i.e. in the 2nd decade. The highest yield in Ozorno variety was registered in the 1st decade of May (21.4 dt/ha). A higher oil content in the experiment was recorded in Salsa KL hybrid. It was 45.7-46.2 % on average over the years. The maximum fat yield was in variants with Salsa KL + sowing in the 1st decade*

of May (1099.5 kg/ha), Ozorno + sowing in the 2nd decade of May (899.6 kg/ha), Ratnik + sowing in the 2nd decade of May (898.7 kg/ha).

***Conclusion.** It is recommended to sow spring rape of these varieties in the first half of May. All vegetable oils of the obtained research variants were characterized by high nutritional value, with the absence of traces of erucic and eicosene fatty acids (no more than 0.005 %). The volume of vegetable fat yield, first of all, had a direct dependence on seed productivity, and to a lesser extent on oil content.*

***Key words:** spring rape, the Non-Chernozem zone of Russia, sowing time, variety, hybrid, agrotechnology, yield, oil content, fat yield*

Literatura

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

2. Vinogradov, D.V. Sostoyanie proizvodstva i rossijskij rynok maslichnyh kul'tur [Tekst] / D.V. Vinogradov // V sb.: Social'no-ekonomicheskie aspekty sovremennogo razvitiya APK: opyt, problemy, perspektivy. Materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Saratov: SGAU, 2009. S. 20-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19096457

3. Vinogradov, D.V. Puti povysheniya resursosberezheniya v intensivnom proizvodstve yarovogo rapsa [Tekst] / D.V. Vinogradov // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. 2009. № 2. S. 62-64. URL: https:// elibrary.ru/item.asp?id=13532934

4. Vinogradov, D.V. Osobennosti i perspektivy vozdelyvaniya maslichnyh kul'tur v usloviyah yuga Nechernozem'ya [Tekst] / D.V. Vinogradov // V sb.: Perspektivnye napravleniya issledovanij v selekcii i tekhnologii vozdelyvaniya maslichnyh kul'tur. 5-ya mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov. Krasnodar: VNIIMK, 2009. S. 51-54. URL: https:// elibrary.ru/item.asp?id=22652095

5. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Tekst]. – 5-e izd., dop. i pererab. / B.A. Dospekhov. – M: Agropromizdat, 1985. – 351 s. URL: https://www.studmed.ru/view/dospehov-ba-metodika-polevogo-opyta_9733259bddc.html

6. Dubrovina, O.A. Nakoplenie mikroelementov rasteniyami yarovogo rapsa pri ispol'zovanii kurinogo pometa i ceolita [Tekst]/ T.V. Zubkova, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva, 2020. №4. S.17-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44845888

7. Zubkova T.V. Morfologicheskie i himicheskie svojstva novyh udobrenij i primenenie ih pri vozdelyvanii rapsa [Tekst] / D.V. Vinogradov, S.M. Motyleva, O.A. Dubrovina // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii imeni V.R. Filippova, 2021. №2(63). S.13-21.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=46244235

8. Lupova, E.I. Vliyanie razlichnyh urovnej mineral'nogo pitaniya na urozhajnost' maslichnyh kul'tur [Tekst] / E.I. Lupova, K.V. Naumceva, D.V. Vinogradov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2020. – T.5. – №4. – S. 23-29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44065876

9. Lupova, E.I. Vliyanie guminovogo udobreniya i doz mineral'nyh udobrenij na produktivnost' yarovogo rapsa [Tekst] / E.I. Lupova, D.V. Vinogradov // Vestnik agrarnoj nauki, 2020. – №3(84). – S. 31-37. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43136348

10. Lupova, E.I. Bezopasnost' i kachestvo rastitel'nogo masla v zavisimosti ot sortov i gibridov rapsa, vyrashchennogo v usloviyah Ryazanskoj oblasti [Tekst] / E.I. Lupova, I.S. Pityurina, D.V. Vinogradov, E.S. Ivanov // Vestnik KRASGAU, 2020. – №8(161). – S. 135-143. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43930178

11. Lukomec, V.M. Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskih opytov s maslichnymi kul'turami [Tekst] / V.M. Lukomec, N.M. Tishkov, V.F. Baranov [i dr.] / pod obshch. red. V.M. Lukomca. – 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: VNIIMK, 2010.– 327 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21792553

12. Sokolov, A.A. Vliyanie organomineral'nogo udobreniya na produktivnost' yarovogo rapsa v usloviyah Ryazanskoj oblasti [Tekst] / A.A. Sokolov, E.I. Lupova, M.A. Mazirov, D.V. Vinogradov // Vladimirskij zemedelec. 2020. S.29-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42816021

13. Stupin, A.S. Ispol'zovanie protravitelej v posevah rapsa v usloviyah Ryazanskoj oblasti [Tekst] / A.S. Stupin, D.V. Vinogradov, E.I. Lupova, G.N. Fad'kin, K.D. Sazonkin // Vestnik RGATU, 2019. - №44(44). – S. 66-69. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584079

14. Filatova, O.I. Maslichnye kul'tury v Ryazanskoj oblasti [Tekst] / O.I. Filatova, E.I. Lupova, D.V. Vinogradov // V sbornike: Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem. Aktual'nye voprosy proizvodstva, hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii. Ryazan', 2018. S. 104-108. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35398326&pff=1

15. Vinogradov, D.V. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis / D.V. Vinogradov, E.A. Vysotskaya, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 422(2020) 012014 DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012014

16. Vinogradov, D.V. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia / D.V. Vinogradov, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012204 DOI:10.1088/17551315/341/1/012204

17. Lupova, E.I. Comparative characteristics of quality indicators of nontraditional vegetable oil types / E.I Lupova, I.S. Pityurina, D.V. Vinogradov, R.N. Ushakov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science

624 (2021) 012170 DOI:10.1088/1755-1315/624/1/01217
18. Lupova, E. I. Yield of winter rape in Ryazan region / E. I Lupova, K. D. Sazonkin, D. V. Vinogradov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 723 (2021) 022031 DOI:10.1088/1755-1315/723/2/022031

УДК 636.033:57.042.5 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.28.80.008***

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИММУНОТРОПНЫХ ПРЕПАРАТОВ СЕРИИ PIGSTIM В ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ ПОСЛЕРОДОВОГО ПЕРИОДА СВИНОМАТОК

МИХАЙЛОВ Николай Сергеевич, *аспирант кафедры морфологии, акушерства и терапии, semenov_v.g@list.ru*
СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, *д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой морфологии, акушерства и терапии, semenov_v.g@list.ru*
ГЛАДКИХ Любовь Павловна, *канд. вет. наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии, gladkih_l_p@mail.ru*
НИКИТИН Дмитрий Анатольевич, *д-р вет. наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии, nikitin_d_a@mail.ru*
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»

Цель работы *– анализ и совершенствование системы профилактики и терапии болезней послеродового периода свиноматок и обеспечения здоровья поросят-сосунов.*
Методология. *Для профилактики болезней послеродового периода (синдром метрит-мастит-агалактия) свиноматок и обеспечения здоровья поросят в подсосный период супоросным свиноматкам трехкратно за 10 и 5 суток до опороса и в начале опороса внутримышечно инъецировали иммунотропный препарат PigStim-C в дозе 10,0 мл на голову.*
Результаты. *Установлено, что у свиноматок опытных групп достоверно снижалась длительность течения опороса на 2,1 и 2,05 часа, снизилась заболеваемость синдромом метрит-мастит-агалактия в 6 раз и сократилась длительность течения болезни на 1,4 и 2,0 суток по сравнению с контрольным показателем. Следует отметить более легкое протекание болезни и закономерно меньший срок выздоровления на фоне иммунопрофилактики препаратом PigStim-C. Живая масса поросят при отъеме оказалась достоверно выше контрольных величин на 0,62 кг в 1-й опытной группе и на 0,66 кг – во 2-й опытной группе. Профилактика болезней послеродового периода у свиноматок способствует сохранению здоровья полученных от них поросят, повышению эффективности терапевтических мероприятий и сохранности поголовья. Так, заболеваемость сокращалась в 2,16 и 2,46 раза, снижался падеж поросят по причине болезни, сокращались сроки выздоровления на 1,1 и 1,2 суток и повышалась сохранность в период подсоса на 4,1 и 4,9 %.*
Заключение. *Профилактика синдрома метрит-мастит-агалактия у свиноматок иммунотропным препаратом PigStim-C не менее эффективна применяемой в хозяйстве схемы, заключающейся в применении антибактериальных средств. Профилактика синдрома метрит-мастит-агалактии у свиноматок как антибактериальными, так и иммунотропным препаратом способствовала лучшему росту поросят, полученных от этих свиноматок.*
Ключевые слова: *свиноматки, поросята-отъемыши, иммунотропный препарат PigStim-C, синдром метрит-мастит-агалактия, заболеваемость и сохранность, рост.*

Введение

Свиноводство – одно из направлений животноводства, способное обеспечить население страны качественной мясной продукцией. Но, как и любая другая отрасль, свиноводство сталкивается с рядом проблем, препятствующих достижению целевых показателей. Одной из насущных в современном свиноводстве является проблема послеродовых болезней свиноматок, снижающих показатели воспроизводительной продуктивности и неминуемо приводящих к заболеваниям поросят в подсосном периоде [1, 4, 5, 7, 12]. Наиболее широкое распространение имеют воспалительные болезни репродуктивных органов, проявляющиеся в основном эндометритами и маститами, либо синдромом метрит-мастит-агалактия [2, 8, 13, 18, 19].

Метрит-мастит-агалактия, являясь остропротекающим септическим процессом, развивающимся в первые двое-трое суток после опороса, проявляется воспалением матки и молочной железы у свиноматок, сопровождается нарушением или прекращением процесса секреции молока (моло-

зива). Пораженные синдромом метрит-мастит-агалактии свиноматки, являясь основным источником заражения поросят-сосунов стафилококковой, стрептококковой и иной патогенной микрофлорой, провоцируют возникновение у них диарейного синдрома, что приводит к истощению поросят и снижает их сохранность [6, 11, 15, 16, 17].

Ветеринарный фармацевтический рынок предлагает широкий ассортимент препаратов для лечения и профилактики болезней животных, в том числе и заболеваний репродуктивных органов. Тем не менее, проблема болезней животных, снижающих рентабельность животноводства, не решена, постоянно ведется поиск и разработка новых лечебно-профилактических средств, способных сохранить здоровье и обеспечить продуктивность сельскохозяйственных животных [3, 9, 10, 14, 20].

Цель настоящей работы – анализ и совершенствование системы профилактики и терапии болезней послеродового периода свиноматок и обеспечения здоровья поросят-сосунов.

Материал и методы

Объектами исследований служили основные свиноматки в периоды супоросности и подсоса и поросята, полученные от этих свиноматок в подсосный период. Были сформированы 3 группы супоросных свиноматок (контрольная, 1-я и 2-я опытные), численностью по 10 голов в каждой.

Для профилактики болезней послеродового периода свиноматок и обеспечения здоровья поросят-сосунов свиноматкам 1-й опытной группы за 2-3 суток до опороса внутримышечно инъецировали антибактериальный препарат пролонгированного действия «Тетравет-ЛА» в дозе 1,0 мл на 10 кг массы животного. В начале опороса внутримышечно инъецировали препарат «Ветримоксин ЛА» в дозе 1,0 мл на 10 кг живой массы. Данная схема применения антибактериальных препаратов в значительной степени снижает заболеваемость свиноматок синдромом метрит-мастит-агалактии, а так как именно свиноматки являются основным источником патогенной бактериальной микрофлоры для поросят первых дней жизни, значительно снижается риск инфицирования поросят и развития у них болезней.

Свиноматкам 2-й опытной группы с целью профилактики болезней послеродового периода и обеспечения здоровья поросят трехкратно за 10 и 5 суток до опороса и в начале опороса внутримышечно инъецировали иммунотропный препарат PigStim-C в дозе 10,0 мл на голову. Свиноматкам контрольной группы иммунотропные, антибактериальные и иные не предусмотренные технологической картой препараты не применяли.

За свиноматками всех трех групп в течение первых трех суток после опороса велось наблюдение с ежедневной термометрией. В случае повышения температуры тела или появления иных симптомов синдрома метрит-мастит-агалактии (задержание плодных оболочек, снижение или отсутствие аппетита, отсутствие рефлекса кормления поросят, наличие в гнезде больных поросят), свиноматки подвергались лечению.

В случае возникновения мастита больным свиноматкам незамедлительно, сразу же после выявления заболевания, в качестве противовоспалительного, обезболивающего и жаропонижающего средства инъецировали препарат «Мелаксидил» в дозе 2,0 мл на 100 кг массы тела животного. В качестве антибактериального средства использовали «Марбокс» в дозе 1,0 мл на 50 кг массы тела животного. Инъецирование препаратов выполняли одновременно, внутримышечно, с двух сторон шеи. Через 48-72 часа повторяли внутримышечное инъецирование препарата «Марбокс» в той же дозе.

В случае развития эндометрита и агалактии свиноматкам внутримышечно, с двух сторон шеи одновременно инъецировали «Энзопрост Т» в дозе 2,0 мл на голову и «Марбокс» в дозе 1,0 мл на 50 кг массы тела животного. Инъецирование препарата «Марбокс» повторяли через 48-72 часа.

Помимо свиноматок, велось наблюдение за состоянием здоровья и динамикой роста поросят-сосунов, полученных от свиноматок подопытных групп.

Результаты исследований и их обсуждение

Внутримышечное инъецирование свиноматкам 1-й опытной группы за 2-3 суток до опороса антибактериального препарата пролонгированного действия «Тетравет-ЛА» в дозе 1,0 мл на 10 кг массы животного и препарата «Ветримоксин ЛА» в начале опороса в дозе 1,0 мл на 10 кг живой массы не оказало негативного воздействия на клинико-физиологическое состояние животных, за исключением небольшого беспокойства и кратковременной болевой реакции, вызванных самой процедурой инъецирования препаратов.

У свиноматок 2-й опытной группы также не было выявлено нарушений клинико-физиологического состояния на фоне трехкратного инъецирования им за 10 и 5 суток до опороса и в начале опороса иммунотропного препарата PigStim-C в дозе 10,0 мл на голову.

Показатели клинико-физиологического состояния (температура тела, частота сердечных сокращений и дыхательных движений) у животных 1-й и 2-й опытных групп не имели достоверных отличий от таковых у свиноматок контрольной группы. Животные всех трех подопытных групп были активны, потребляли корм и воду, поведение животных было свойственным для данной половозрастной группы.

Все свиноматки подопытных групп успешно опоросились, тем не менее, следует отметить различия в течении опороса свиноматок разных групп (табл. 1).

Таблица 1 – Течение опороса и послеродового периода свиноматок

Показатель	Группа свиноматок		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество животных, голов	10	10	10
Количество опоросившихся, голов/%	10/100	10/100	10/100
Средняя продолжительность опороса, часов	5,1±0,72	3,0±0,27**	3,05±0,29**
Количество свиноматок, с длительностью опороса более 3 часов, голов	8	3	3
Число свиноматок с проявлением синдрома метрит-мастит-агалактия, голов	6	1	1
Длительность течения болезни, суток	4,9±0,33	3,5	< 3
Выздоровление, голов/%	5/83,3	1/100	1/100

** – P<0,01.

Согласно результатам наблюдения за течением опороса свиноматок подопытных групп средняя продолжительность опороса у животных контрольной группы составила 5,1±0,72 часа, тогда как длительность опороса у свиноматок 1-й опытной группы оказалась меньше на 2,1 часа и составила в среднем 3,0±0,27 часа. У свиноматок 2-й опытной группы данный показатель в среднем по группе имел значение, равное 3,05±0,29 часа, что на 2,05 часа меньше контрольного показателя. Данное различие можно объяснить слабостью родовой деятельности и гипотонией матки у свиноматок контрольной группы и сохраненной активностью родовой деятельности у животных опытных групп на фоне применения профилактических средств.

Следует также отметить, что большая длительность опороса у свиноматок контрольной группы относительно опытных групп обусловлена большим числом свиноматок с затянувшимся опоросом. Так, из 10 свиноматок контрольной группы опорос длился более трех часов у 8 животных, тогда как в 1-й и 2-й опытных группах из 10 свиноматок опорос затянулся лишь у трех животных из каждой группы.

Так как увеличение длительности опороса является предрасполагающим фактором для развития синдрома метрит-мастит-агалактия, то следует заключить, что применение антибактериальных препаратов в 1-й опытной группе и иммунотропного во 2-й опытной, сокращая длительность опороса, способствует снижению вероятности развития синдрома метрит-мастит-агалактия.

В ходе дальнейшего наблюдения за свиноматками подопытных групп у части животных выявлены признаки синдрома метрит-мастит-агалактия. Так, из 10 свиноматок контрольной группы синдром метрит-мастит-агалактии развился у 6 животных, в 1-й и 2-й опытных группах заболеванию подверглись по 1 свиноматке из каждой группы.

Следует отметить, что у трех животных контрольной группы заболевание изначально проявлялось появлением выделений из наружных половых органов (развитие метрита), и дальнейшим развитием мастита, гипогалактия возникла у двух, а агалактия – у одной свиноматки. У двух свиноматок контрольной группы заболевание характеризовалось практически единовременным развитием метрита и мастита, а в дальнейшем гипогалактии. У одной свиноматки синдром метрит-мастит-агалактия проявлялся первичным развитием симптомов мастита.

Течение синдрома метрит-мастит-агалактии у свиноматок опытных групп характеризовалось первичным развитием симптомов метрита, и дальнейшим развитием симптомов мастита. Агалактия у свиноматок опытных групп не наблюдалась, тем не менее, гипогалактия развилась у больных свиноматок в обеих опытных группах. Следует отметить, что болезнь у свиноматки 2-й опытной группы характеризовалась меньшей тяжестью течения, чем у животного 1-й опытной группы.

Несмотря на различия в течении синдрома метрит-мастит-агалактии, у свиноматок подопытных групп симптоматика была идентичной. Симптомы болезни у свиноматок проявлялись в течение 12-36 часов после опороса. Заболевшие животные были вялыми, аппетит был снижен. В большинстве случаев у животных отмечалась лихорадка, с повышением температуры тела до 40,8 °С. При развитии мастита свиноматки не подпускали к себе поросят для кормления, больше лежали на животе, некоторые животные были агрессивны к своим поросятам. Мастит проявлялся повышением местной температуры и болезненностью сосков молочной железы. Количество секретируемого молока резко снижалось. Метрит проявлялся обильными, неоднородными, непрозрачными выделениями из половых путей.

Все животные подопытных групп с проявлением синдрома метрит-мастит-агалактии незамедлительно подвергались лечению. Схема лечения животных всех подопытных групп была одинаковой.

В случае возникновения мастита больным свиноматкам незамедлительно, сразу же после выявления заболевания, в качестве противовоспалительного, обезболивающего и жаропонижающего средства инъецировали препарат «Мелаксидил» в дозе 2,0 мл на 100 кг массы тела животного. В

качестве антибактериального средства использовали «Марбокс» в дозе 1,0 мл на 50 кг массы тела животного. Инъецирование препаратов выполняли одновременно, внутримышечно, с двух сторон шеи. Через 48-72 часа повторяли внутримышечное инъецирование препарата «Марбокс» в той же дозе.

В случае развития эндометрита и агалактии свиноматкам внутримышечно, с двух сторон шеи одновременно инъецировали «Энзопрост Т» в дозе 2,0 мл на голову и «Марбокс» в дозе 1,0 мл на 50 кг массы тела животного. Инъецирование препарата «Марбокс» повторяли через 48-72 часа.

Несмотря на то, что лечение животных подопытных групп было одинаковым, течение болезни отличалось между группами. Так, выздоровление свиноматки 1-й опытной группы наступило в середине четвертых суток лечения. Клиническое проявление синдрома метрит-мастит-агалактии отсутствовало у свиноматки 2-й опытной группы уже в конце 3-го дня лечения. Следует отметить, что длительность течения болезни у свиноматки 2-й опытной группы, вероятно, была меньшей по причине более легкого течения патологического процесса.

В контрольной группе излечились 5 свиноматок из 6 заболевших. У одной свиноматки течение болезни приобрело хронический характер с признаками гипогалактии и субклинического мастита. Следует отметить, что выздоровление свиноматок контрольной группы наступило позже, чем во 2-й опытной группе на 2,0 суток и 1-й опытной – на 1,4 суток, и составило в среднем по группе 4,9±0,33 суток.

Таким образом, профилактика синдрома метрит-мастит-агалактия у свиноматок внутримышечным инъецированием иммунотропного препарата PigStim-C в дозе 10,0 мл на голову за 10 и 5 суток до опороса и в начале опороса не менее эффективна применяемой в хозяйстве схемы.

У свиноматок опытных групп достоверно снижалась длительность течения опороса на 2,1 и 2,05 часа, снизилась заболеваемость синдромом метрит-мастит-агалактия в 6 раз и сократилась длительность течения заболевания на 1,4 и 2,0 суток по сравнению с контрольным показателем. Следует отметить более легкое протекание болезни и закономерно меньший срок выздоровления на фоне иммунопрофилактики препаратом PigStim-C.

Внутримышечное инъецирование свиноматкам 1-й опытной группы антибактериальных препаратов и трехкратное инъецирование иммунотропного препарата PigStim-C свиноматкам 2-й опытной группы не оказало достоверного воздействия на количество поросят, полученных от одной свиноматки. Тем не менее, следует обратить внимание на выявленные в ходе наблюдения различия клинико-физиологического состояния и динамики роста поросят, полученных от свиноматок подопытных групп (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика роста, заболеваемость и сохранность поросят-сосунов

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество свиноматок, голов	10	10	10
Многоплодие, голов	12,4±0,51	12,6±0,40	12,6±0,60
Количество поросят в группе, голов	124	126	126
Живая масса при отъеме (25 суток), кг	7,56±0,14	8,18±0,12**	8,22±0,13**
Заболело, голов	69	32	28
Заболеваемость, %	55,6	25,4	22,2
Выздоровело, голов	61	30	26
Выздоровело, %	88,4	93,8	92,9
Продолжительность болезни, суток	3,80±0,25	2,70±0,25**	2,60±0,29**
Пало по болезни, голов	8	2	2
Пало по иным причинам, голов	0	1	0
Сохранность, %	93,5	97,6	98,4

** – P<0,01.

Как видно из таблицы 2, живая масса поросят контрольной группы при отъеме в возрасте 25 суток имела значения 7,56±0,14 кг, 1-й опытной группы – 8,18±0,12 кг, а 2-й опытной – 8,22±0,13 кг. Следовательно, профилактика синдрома метрит-мастит-агалактии у свиноматок как антибактериальными, так и иммунотропным препаратом способствовала лучшему росту поросят, полученных от этих свиноматок. Так, живая масса поросят при отъеме оказалась достоверно выше контрольных величин на 0,62 кг в 1-й опытной группе и на 0,66 кг – во 2-й опытной группе.

Результаты анализа ветеринарно-статистической отчетности свидетельствуют о том, что среди поросят, полученных от свиноматок контрольной группы, зафиксировано 69 случаев заболеваний,

что на 37 и на 41 случаев или в 2,16 и в 2,46 раза больше, чем среди поросят 1-й и 2-й опытных групп соответственно. Возникшие заболевания характеризовались преимущественно нарушением функционирования желудочно-кишечного тракта и проявлялись синдромом диспепсии. Терапия возникших случаев заболеваний проводилась незамедлительно с момента выявления первых клинических признаков комплексными антибактериальным препаратами. Лечение поросят-сосунов всех трех подопытных групп было одинаковым.

Несмотря на одинаковые лечебные мероприятия, эффективность их была разной в разрезе групп. Так, самой эффективной была терапия поросят 1-й и 2-й опытных групп, где выздоровело соответственно 30 из 32 и 26 из 28 поросят. В контрольной группе терапия была успешной лишь у 61 из 69 заболевших поросят, пало 8 голов, тогда как в опытных группах по причине болезни пало лишь по 2 головы. Сохранность была максимальной и имела значение, равное 98,4 % во 2-й опытной группе. В 1-й опытной группе, несмотря на столь же низкую заболеваемость и высокую эффективность терапевтических мероприятий, сохранность составила лишь 97,6 %, что объясняется гибелью одного поросенка по причине асфиксии из-за задавливания свиноматкой. Сохранность поросят контрольной группы в подсосный период составила 93,5 %, что меньше величины 1-й опытной группы на 4,1 %, а 2-й опытной группы – на 4,9 %.

Следует отметить разницу в длительности течения болезни и сроках выздоровления между группами. Так, средняя продолжительность течения болезней среди поросят-сосунов контрольной группы имела значение 3,80±0,25 суток, тогда как в 1-й и 2-й опытной группах анализируемый показатель имел значения, равные 2,70±0,25 и 2,60±0,29 суток, что соответственно на 1,1 и 1,2 суток достоверно меньше контрольных величин.

Следовательно, профилактика синдрома метрит-мастит-агалактия у свиноматок способствует сохранению здоровья полученных от них поросят, повышению эффективности терапевтических мероприятий и сохранности поголовья.

Выводы

Профилактика синдрома метрит-мастит-агалактия у свиноматок внутримышечным инъецированием иммунотропного препарата PigStim-C в дозе 10,0 мл на голову за 10 и 5 суток до опороса и в начале опороса не менее эффективна применяемой в хозяйстве схемы, заключающейся во внутримышечном инъецировании свиноматкам антибактериальных препаратов.

У свиноматок опытных групп достоверно снижалась длительность течения опороса, уменьшалась заболеваемость синдромом метрит-мастит-агалактия и сокращалась длительность течения болезни по сравнению с контрольным показателем. Следует отметить более легкое протекание болезни и закономерно меньший срок выздоровления на фоне иммунопрофилактики препаратом PigStim-C.

Профилактика синдрома метрит-мастит-агалактии у свиноматок как антибактериальными, так и иммунотропным препаратом способствовала лучшему росту поросят, полученных от этих свиноматок.

Профилактика болезней послеродового периода у свиноматок способствует сохранению здоровья у полученных от них поросят, повышению эффективности терапевтических мероприятий и сохранности поголовья.

Список литературы

1. Góngora Pérez R D, Milán Sendra M J and F López-i-Gelats 2020 Strategies and drivers determining the incorporation of young farmers into the livestock sector Journal of Rural Studies 78 131-148 doi:10.1016/j.jrurstud.2020.06.028

2. Gallois M, Rothkötter H J, Bailey M, Stokes C R and I P Oswald 2009 Natural alternatives to in-feed antibiotics in pig production: Can immunomodulators play a role? Animal 3(12) 1644-1661 doi:10.1017/S1751731109004236

3. Galassi D, Galassi P, Pelliccioni A and P Semprini 1986 Clinical results obtained in cattle and swine by means of biological immunostimulators Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 9(2-3) 285-295 doi:10.1016/0147-9571(86)90023-8

4. Iyai D A, Nurhayati D, Arim M, Saragih D, Orisu M, Djunaedi M and M J Wajo 2021 Analyses of interlinked actors in determining the potential business beneficiaries of small-scale pig farming systems in west papua, indonesia Heliyon 7(2) doi:10.1016/j.heliyon.2021.e05911

5. Luu Q H, Nguyen T L A, Pham T N, Vo N G and P Padungtod 2021 Antimicrobial use in household, semi-industrialized, and industrialized pig and poultry farms in viet nam Preventive Veterinary Medicine 189 doi:10.1016/j.prevetmed.2021.105292

6. Makara A, Kowalski Z, Lelek and J Kulczycka 2019 Comparative analyses of pig farming management systems using the life cycle assessment method Journal of Cleaner Production 241 doi:10.1016/j.jclepro.2019.118305

7. Martins J M, Fialho R, Albuquerque A, Neves J, Freitas A, Nunes J T, and R Charneca 2020 Growth, blood, carcass and meat quality traits from local pig breeds and their crosses Animal 14(3) 636-647 doi:10.1017/S1751731119002222

8. Wang H, Xu L, Yu M, Wang Y, Jiang T, Yang S and Z Lv 2019 Glycosaminoglycan from apostichopus japonicus induces immunomodulatory activity in cyclophosphamide-treated mice and in macrophages International Journal of Biological Macromolecules 130 229-237 doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.02.093

9. Баранникова, А.С. Синдром метрит-мастит-агалактия у свиноматок: клиническое проявление и диагностика / А.С. Баранникова, В.А. Лукина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.- М., 2018.- № 6.- С. 142-144. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35059071;

10. Бахмут, В.Н. Эффективность тетрасолвина при эндометритах у высокопродуктивных

животных / В.Н. Бахмут, А.Н. Трошин // Ветеринария Кубани.- Краснодар, 2012.- №4.- С.3-4. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17894763;

11. Бобрик, Д.И. Распространение и ранняя диагностика синдрома метрит-мастит-агалактия у свиноматок / Д.И. Бобрик // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины.- Витебск, 2017.- Т.53.- №1.- С.25-28. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29202744;

12. Дектярев, В.П. Этиология и коррекция синдрома метрит-мастит-агалактия в промышленном свиноводстве / В.П. Дектярев, К.В. Леонов, Э.П. Караева, М.А. Аксенов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – М., 2010.- №6.- С.120-124. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15520358;

13. Клавдиенко, Т.А. Мастит-метрит-агалактия: профилактика и лечение / Т.А. Клавдиенко, Н.А. Максимов, А.Г. Максимов // Матрица научного познания.- Уфа, 2021.- №5-2.- С.316-319. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=45788724;

14. Коцарев, В.Н. К вопросу этиологии, диагностики, профилактики и терапии послеродовых гнойно-воспалительных заболеваний половых органов у свиноматок / В.Н. Коцарев, Н.И. Шумский, А.Г. Нежданов, В.Ю. Боев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета.- Воронеж, 2013.- №4(39).- С.225-229. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21401398;

15. Петров, И.М. Синдром метрит-мастит-агалактии у свиноматок / И.М. Петров // Молодежь и наука.- Екатеринбург, 2017.- №1.- С.17. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28399120;

16. Попов, Ю.Г. Отечественные препараты в борьбе с гинекологическими заболеваниями коров и свиноматок / Ю.Г. Попов, Л.В. Макаренко, М.Н. Скомарова // Эффективное животноводство.- Краснодар, 2016.- № 1(122).- С. 44-45. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25619090;

17. Салецкая, А.В. Эффективность лечения свиноматок с синдромом метрит-мастит-агалактия / О.В. Салецкая // Животноводство и ветеринарная медицина.- Горки, 2016.- №2.- С.40-43. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32398302;

18. Семенов, В.Г. Здоровье и сохранность свиней на фоне иммунокоррекции / В.Г. Семенов, Л.П. Гладких, Д.А. Никитин // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации в АПК: мат. всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 145-летию академии.- Казань, 2018.- С.152-157. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36337151;

19. Филатов, А.В. Фармакопрофилактика послеродовых заболеваний у свиноматок / А.В. Филатов, А.Ф. Сапожников // Аграрная наука Евро-Северо-Востока.- Киров, 2014.- №4(41).- С.39-43. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21699659;

20. Шабунин, С.В. Ветеринарные аспекты решения проблемы метрит-мастит-агалактия свиноматок / С.В. Шабунин, А.Г. Нежданов, В.Н. Коцарев, Л.В. Ческидова // Достижения науки и техники АПК.- М.,2013.- №9.- С.62-65. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20310405.

THE EFFECTIVENESS OF PIGSTIM SERIES IMMUNOTROPIC PREPARATION IN THE PREVENTION OF DISEASES OF THE POSTPARTUM PERIOD OF SOWS

Mikhailov Nikolay S., *postgraduate of the department of morphology, obstetrics and therapy, semenov_v.g@list.ru*

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

Gladkikh Lyubov P., *candidate of veterinary science, associate professor of the department of morphology, obstetrics and therapy, gladkih_l_p@mail.ru*

Nikitin Dmitry A., *doctor of veterinary science, associate professor of the department of morphology, obstetrics and therapy, nikitin_d_a@mail.ru*

The purpose of the work *– is to analyze and improve the system of prevention and therapy of diseases of the postpartum period of sows and ensuring the health of suckling piglets.*

Methodology. *To prevent diseases of the postpartum period (metritis-mastitis-agalactia syndrome) of sows and ensure the health of piglets during the suckling period, pregnant sows were injected intramuscularly with the immunotropic drug PigStim-C at a dose of 10.0 ml per head three times 10 and 5 days before farrowing and at the beginning of farrowing.*

Results. *It was found that the duration of farrowing significantly decreased by 2.1 and 2.05 hours in sows of the experimental groups, the incidence of metritis-mastitis-agalactia syndrome decreased by 6 times and the duration of the disease course decreased by 1.4 and 2.0 days compared to the control indicator. It should be noted that the course of the disease is easier and the recovery period is naturally shorter against the background of immunoprophylaxis with PigStim-C. The live weight of piglets at weaning was significantly higher than the control values by 0.62 kg in the 1st experimental group and by 0.66 kg in the 2nd experimental group. Prevention of diseases of the postpartum period in sows contributes to the preservation of the health of the piglets received from them, increasing the effectiveness of therapeutic measures and the safety of the livestock. Thus, the incidence decreased by 2.16 and 2.46 times, the case of piglets due to illness decreased, the recovery time was reduced by 1.1 and 1.2 days, and the safety during the suckling period increased by 4.1 and 4.9 %.*

Conclusion. *Prevention of metritis-mastitis-agalactia syndrome in sows with the immunotropic drug PigStim-C is no less effective than the scheme used in the farm, which consists in the use of antibacterial agents.*

Prevention of metritis-mastitis-agalactia syndrome in sows with both antibacterial and immunotropic drugs contributed to the better growth of piglets obtained from these sows.

Key words: *sows, weaning piglets, immunotropic preparation PigStim-C, metritis-mastitis-agalactia syndrome, morbidity and preservation, growth.*

Literatura

1. Góngora Pérez R D, Milán Sendra M J and F López-i-Gelats 2020 Strategies and drivers determining the incorporation of young farmers into the livestock sector Journal of Rural Studies 78 131-148 doi:10.1016/j.jrurstud.2020.06.028

2. Gallois M, Rothkötter H J, Bailey M, Stokes C R and I P Oswald 2009 Natural alternatives to in-feed antibiotics in pig production: Can immunomodulators play a role? Animal 3(12) 1644-1661 doi:10.1017/S1751731109004236

3. Galassi D, Galassi P, Pelliccioni A and P Semprini 1986 Clinical results obtained in cattle and swine by means of biological immunostimulators Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 9(2-3) 285-295 doi:10.1016/0147-9571(86)90023-8

4. Iyai D A, Nurhayati D, Arim M, Saragih D, Orisu M, Djunaedi M and M J Wajo 2021 Analyses of interlinked actors in determining the potential business beneficiaries of small-scale pig farming systems in west papua, indonesia Heliyon 7(2) doi:10.1016/j.heliyon.2021.e05911

5. Luu Q H, Nguyen T L A, Pham T N, Vo N G and P Padungtod 2021 Antimicrobial use in household, semi-industrialized, and industrialized pig and poultry farms in viet nam Preventive Veterinary Medicine 189 doi:10.1016/j.prevetmed.2021.105292

6. Makara A, Kowalski Z, Lelek and J Kulczycka 2019 Comparative analyses of pig farming management systems using the life cycle assessment method Journal of Cleaner Production 241 doi:10.1016/j.jclepro.2019.118305

7. Martins J M, Fialho R, Albuquerque A, Neves J, Freitas A, Nunes J T, and R Charneca 2020 Growth, blood, carcass and meat quality traits from local pig breeds and their crosses Animal 14(3) 636-647 doi:10.1017/S1751731119002222

8. Wang H, Xu L, Yu M, Wang Y, Jiang T, Yang S and Z Lv 2019 Glycosaminoglycan from apostichopus japonicus induces immunomodulatory activity in cyclophosphamide-treated mice and in macrophages International Journal of Biological Macromolecules 130 229-237 doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.02.093

9. Barannikova, A.S. Sindrom metrit-mastit-agalaktiya u svinomatok: klinicheskoe proyavlenie i diagnostika / A.S. Barannikova, V.A. Lukina // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk.- M., 2018.- № 6.- S. 142-144. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35059071;

10. Bahmut, V.N. Effektivnost' tetrasolvina pri endometritah u vysokoproduktivnyh zhivotnyh / V.N. Bahmut, A.N. Troshin // Veterinariya Kubani.- Krasnodar, 2012.- №4.- S.3-4. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17894763;

11. Bobrik, D.I. Rasprostranenie i rannyaya diagnostika sindroma metrit-mastit-agalaktiya u svinomatok / D.I. Bobrik // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny.- Vitebsk, 2017.- T.53.- №1.- S.25-28. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29202744;

12. Dektyarev, V.P. Etiologiya i korrekciya sindroma metrit-mastit-agalaktiya v promyshlennom svinovodstve / V.P. Dektyarev, K.V. Leonov, E.P. Karaeva, M.A. Aksenov // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – M., 2010.- №6.- S.120-124. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15520358;

13. Klavdienko, T.A. Mastit-metrit-agalaktiya: profilaktika i lechenie / T.A. Klavdienko, N.A. Maksimov, A.G. Maksimov // Matrica nauchnogo poznaniya.- Ufa, 2021.- №5-2.- S.316-319. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=45788724;

14. Kocarev, V.N. K voprosu etiologii, diagnostiki, profilaktiki i terapii poslerodovyh gnojno-vospalitel'nyh zabolevanij polovyh organov u svinomatok / V.N. Kocarev, N.I. SHumskij, A.G. Nezhdanov, V.YU. Boev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Voronezh, 2013.- №4(39).- S.225-229. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21401398;

15. Petrov, I.M. Sindrom metrit-mastit-agalaktii u svinomatok / I.M. Petrov // Molodezh' i nauka.- Ekaterinburg, 2017.- №1.- S.17. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28399120;

16. Popov, YU.G. Otechestvennye preparaty v bor'be s ginekologicheskimi zabolevaniyami korov i svinomatok / YU.G. Popov, L.V. Makarenko, M.N. Skomarova // Effektivnoe zhivotnovodstvo.- Krasnodar, 2016.- № 1(122).- S. 44-45. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25619090;

17. Saleckaya, A.V. Effektivnost' lecheniya svinomatok s sindromom metrit-mastit-agalaktiya / O.V. Saleckaya // ZHivotnovodstvo i veterinarnaya medicina.- Gorki, 2016.- №2.- S.40-43. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32398302;

18. Semenov, V.G. Zdorov'e i sohrannost' svinej na fone immunokorrekcii / V.G. Semenov, L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Sovremennye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii v APK: mat. vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 145-letiyu akademii.- Kazan', 2018.- S.152-157. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36337151;

19. Filatov, A.V. Farmakoprofilaktika poslerodovyh zabolevanij u svinomatok / A.V. Filatov, A.F. Sapozhnikov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka.- Kirov, 2014.- №4(41).- S.39-43. URL: https://elibrary.

ru/item.asp?id=21699659;

20. SHabunin, S.V. Veterinarnye aspekty resheniya problemy metrit-mastit-agalaktiya svinomatok / S.V. SHabunin, A.G. Nezhdanov, V.N. Kocarev, L.V. CHeskidova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK.- M.,2013.- №9.- S.62-65. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20310405.

УДК 633.853.483:631.894 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.88.33.009***

НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

НАУМЦЕВА Ксения Викторовна, *аспирант кафедры агрономии и агротехнологий, ksyu.dyachuk.93@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью изучений явилось исследование действия некорневых подкормок современными многокомпонентными жидкими удобрениями в посевах горчицы белой.*

Методология. Полевые исследования закладывались в условиях учебно-научного инновационного центра «Агротехнопарк» Рязанской области. Выполнялись на основе методики опытного дела по Б.А. Доспехову (1985), с учетом методики проведения полевых опытов с масличными культурами в изложении В.М. Лукомец (2010). Математическая обработка результатов исследований проведена с помощью компьютерных программ.

Результат. *Для исследования были выбраны многокомпонентные жидкие удобрения Азотовит, Фосфатовит, РауАктив, Интермаг Профи (первый опыт) и Актив Бор + Актив Цинк (второй опыт). Выявлена максимальная урожайность в первом опыте (19,5 ц/га, что выше контрольного, без удобрений, на 19,6%) на варианте с применением Азотовит, Фосфатовит, РауАктив, в дозах по 1л/га, у сорта Люция. Микроудобрения второго опыта Актив Бор + Актив Цинк с нормой расхода по 1 л/га. результативно повлияли на формирование маслосемян. Наилучшим оказался сорт Люция с максимальной урожайностью 13,9 ц/га, +19,8 % от контроля. Достоверная прибавка урожайности составила 2,3 ц/га, от контрольного варианта.*

Заключение. *В результате исследования было установлено, что применение некорневых обработок в агроценозах горчицы белой комплексными удобрениями способствовало усиленному росту горчицы белой, увеличению фотосинтетических показателей, структуры урожая и урожайности культуры.*

Ключевые слова: *листовые обработки, некорневые подкормки, урожайность горчицы белой, маслосемена горчицы.*

Введение

Горчица белая – масличное растение из категории крестоцветных культур [2,13]. Укороченный период вегетации [8,15] дает возможность результативно воспользоваться весенними запасами влажности для хорошего произрастания, а после уборки культуры осуществить качественную подготовку почвы для последующей культуры [16].

Достоинства горчицы известны с древних времен [5,10]. Производство горчицы дает возможность увеличить перечень изготавливаемого растительного масла [17], восполнять необходимость в желтовато-коричневом порошке. Кроме того, характерной чертой данной культуры считается присутствие эфирных масел в составе семян. Эта побочная продукция необходима для различных отраслей промышленности [11,14]. Культура может адаптироваться к той или иной среде возделывания, может быть использована в производстве биотоплива, а также в виде масла для смазки моторов, техники.

Горчица белая известна как покровная культура [18], обогащающая почву питательными веществами [1], совершенствующая структуру и физические свойства почвы.

Как кормовая культура – образует мощную зеленую массу для летнего рациона вскармливания животных [4], во второй половине лета повышается насыщенность протеина, уменьшается количество клетчатки [6]. Для силосных заготовок растения скашивают на этапе массового цветения.

Горчица является медопродуктивным растением, щедрым на нектар. С посева одного гектара горчицы белой сборы меда составляют до 100 кг [12].

В настоящее время в регионе существенно возросла потребность в маслосеменах.В 2018 году площадь масличных культур в Рязанской области составила 121,1 тысяч гектар, посевная площадь горчицы – 17,3 тысяч гектар. В 2019 году – 143,2 тысяч гектар, посевная площадь горчицы – 6,7 тысяч гектар. В 2020 году –159,2 тысяч гектар,

© Наумцева К. В., 2021 г.

посевная площадь горчицы сократилась до 2,5 тысяч гектар [9].

Одна из причин этого – отсутствие хорошо разработанной технологии возделывания, основанной на применении инновационных агроприемов.

Таким образом, современным направлением является модернизация элементов технологии возделывания горчицы белой на основе применения вариантов комплексных многокомпонентных жидких удобрений в условиях региона.

Объекты и методы исследования

Полевые опыты заложены и проведены в условиях учебно-научного инновационного центра «Агротехнопарк» Рязанской области. Исследования проводились в 2018-2020 гг., в четырехкратной повторности.

Объект исследований – районированные сорта горчицы белой: Люция, Рапсодия и Чайка. Проведено два полевых опыта.

Опыт 1 по выявлению биопрепаратов на сортах горчицы белой проведен по двухфакторной схеме, где фактор А – сорта культуры, фактор В – обработка многокомпонентными биопрепаратами Рауактив, Интермаг Профи, Азотовит и Фосфатовит.

Схема опыта включала пять вариантов: 1) контроль (внекорневые обработки не применялись); 2) некорневая обработка раствором Интермаг Профи, с нормой расхода 1 л/га; 3) некорневая обработка раствором Фосфатовит и Азотовит, 1 л/га; 4) некорневая обработка раствором Азотовит, Интермаг Профи и Фосфатовит, 1 л/га; 5) некорневая обработка раствором Фосфатовит и Азотовит, 1л/га. Повторная обработка раствором Рауактив с нормой расхода 1л/га,до фазы цветения.

Внекорневые обработки проводились по вегетации в фазу 2-4 настоящих листа. Повторная обработка препаратом Рауактив осуществлялась в фазу бутонизации.

Опыт 2 по изучению действия современных микроудобрений на продуктивность сортов горчицы белой та же проведен по двухфакторной схеме, где фактор А – сорта горчицы белой, фактор В – варианты с применением минеральных удобрений Актив Бор, Актив Цинк.

Схема включала четыре варианта: 1) контроль (внекорневые обработки не применялись); 2) некорневая обработка раствором Актив Бор, 1л/га; 3) некорневая обработка раствором Актив Цинк, 1л/га; 4) некорневая обработка раствором Актив Бор + Актив Цинк, 1л/га.

Внекорневые обработки проводились по вегетации, в фазу 2-4 настоящих листа. Повторная обработка препаратами осуществлялась в фазу бутонизации.

Возделывание горчицы белой осуществлялось на основе агротехнических мероприятий, принятых для Нечерноземной зоны России: внесение минеральных удобрений под культуру осенью, в соответствии со расчетными нормами – диаммофос 0,19 т/га (содержание действующих веществ $N_{19}P_{50}K_{50}$); далее лущение стерни после уборки предшественника (озимой пшеницы); глубокое рыхление – зяблевая вспашка, 22-24 см. Весной – боронование почвы; внесение минеральных удобрений – аммиачная селитра 0,12 т/га (содержание действующего вещества N_{41}); культивация 4-6 см непосредственно перед посевом культуры.

Ежегодно посев семян осуществлялся в первой декаде мая, при норме 2,5 млн шт./га. Далее обязательное послепосевное прикатывание. Растения в фазу 2-4 настоящих листьев и в период бутонизации обрабатывали внекорневой подкормкой комплексными жидкими удобрениями, согласно схеме опытов. Уборка проводилась напрямую, селекционным комбайном.

Полевые исследования выполняли на основе методики опытного дела по Б.А. Доспехову (1985) [3] и по методике проведения полевых агротехнических опытов с маличными культурами В.М. Лукомец (2010) [7]. Математическая обработка результатов исследований проведена с помощью компьютерных программ.

Результаты исследований

Отмечено, что появление всходов наблюдалось спустя неделю после посева.

В среднем, наступление фазы начала цветения отмечалось спустя 21-25 дней. В двух опытах, в среднем по годам, при посеве культуры в первую декаду мая растения горчицы белой достигали стадии полного созревания в третьей декаде июля - первой декаде августа.

При изучении действия многокомпонентных жидких удобрений выявлено их положительное влияние на формирования растений горчицы белой.

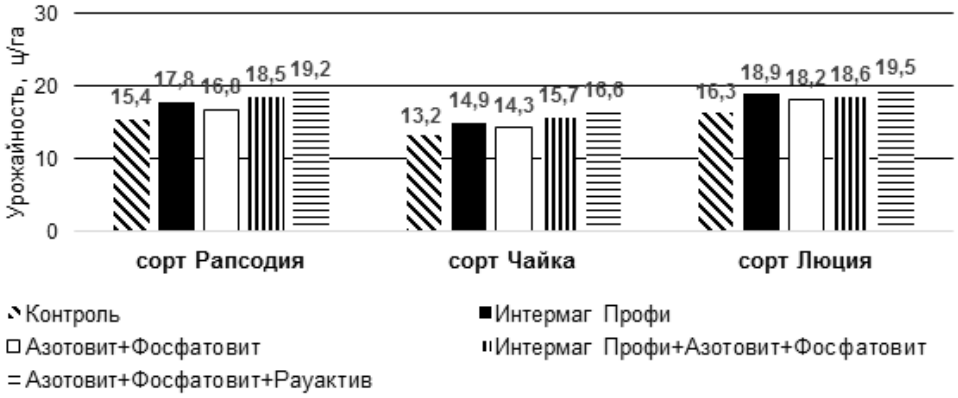
В первом полевом опыте, в среднем, лучшие результаты структуры урожая, фотосинтетических показателей и урожайности отмечались на варианте с сортом Люция. Полевая всхожесть в зависимости от изучаемых факторов опыта несущественно отличалась от контроля по годам исследований (92,5-93,6 %). Вариант опыта Азотовит + Фосфатовит + РауАктив в дозах по 1л/га отмечался средней всхожестью 93,1 % (сохранность растений перед уборкой – 91,0 %). В среднем сохранность растений по всем изучаемым вариантам сорта Люция выше контроля.

В опыте площадь листовой поверхности растений горчицы белой увеличивается от 2,7 (контроль) до 6,2 тыс. м²/га. Максимальные показатели площади листьев были получены на варианте со скороспелым сортом Люция. На участках этого сорта была сформирована максимальная за вегетацию площадь листьев на варианте с применением Азотовит + Фосфатовит + РауАктив в дозах по 1л/га – 24,5 тыс. м²/га, что + 6,2 тыс. м₂/га к контролю. Использование данного комплекса удобрений позволило значительно стимулировать фотосинтетическую деятельность растений горчицы белой.

Внекорневая подкормка растений горчицы белой способствовала повышению характеристик структуры урожая во всех изучаемых вариантах опыта по сравнению с контролем. Максимальная высота растений наблюдалась на сорте Люция, где на варианте Азотовит + Фосфатовит + РауАктив в дозах по 1л/га составила 82,9 см, что выше на 6,5 см контроля; количество стручков –

34,6 шт./ растение, +5,4 шт./растение к контролю.

В среднем максимальная урожайность (19,5 ц/га, +19,6 % к контролю) была отмечена у варианта с применением Азотовит, Фосфатовит, РауАктив в дозах по 1л/га, у сорта Люция (рис. 1) .



$НСР_{05}$: 2018 – 0,84; 2019 –1,05; 2020 –1,22.

Рис.1 – Средняя урожайность сортов горчицы белой в зависимости от применения комплексных жидких удобрений, 2018-2020 гг.

Положительное влияние на формирование роста и развития горчицы белой сорта Рапсодия отмечалось на варианте Фосфатовит + Азотовит + РауАктив с нормой расхода по 1 л/га (19,2 ц/га, +3,8 ц/га к контролю).

Отметим, что на максимально урожайном варианте применение внекорневых обработок комплексными растворами из Фосфатовита + Азотовита + РауАктива, 1 л/га, способствовало увеличению масличности в семенах горчицы на 0,9-2,2 %. Данная тенденция прослеживалась у всех сортов в опыте, где содержание жира составило от 29,0 до 31,4 %. В среднем жирнокислотный состав масла характеризовался олеиновой – 23,3-34,1 %; линолевой – 7,9-9,0%; линоленовой – 9,5-12,2 %; эйкозеновой – 9,0-10,7 %; эруковой – 27,6-37,6 %. Максимальное содержание эруковой кислоты (37,6%) отмечалось у сорта Чайка, при наименьшем значении (27,6 %) у сорта Люция. Высокое содержание эруковой кислоты было отмечено у сорта Рапсодия – 34,1-34,3 %. Качественные показатели жирнокислотного состава маслосемян горчицы белой на примере сорта Люция показаны на рисунке 2.

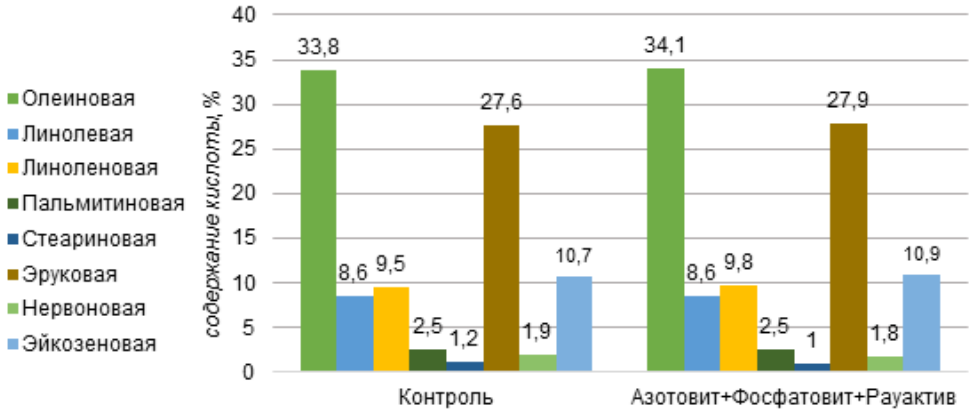


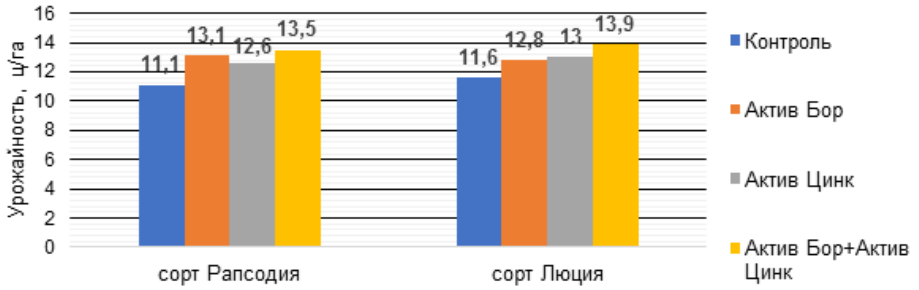
Рис.2 – Средние показатели жирнокислотного состава горчицы белой на варианте с использованием комплексных жидких удобрений и контроле, % (на примере сорта Люция)

В среднем жирнокислотный состав масла сорта Люция характеризовался наибольшим содержанием на варианте Азотовит + Фосфатовит + Рауактив: олеиновой кислоты (34,1 %, +0,3 % к контролю); линоленовой (9,8 %); эруковой (27,9 %); эйкозеновой (10,9 %).

Во втором полевом опыте, в среднем, полевая всхожесть при использовании микроэлементов отличалась несущественно от контроля (90,5-92,4 %). На контроле полевая всхожесть отмечена минимальной – 92,4 % (сохранность растений перед уборкой – 86,0 %). Вариант опыта Актив Бор + Актив Цинк в дозах по 1л/га характеризовался средней полевой всхожестью в 90,5 % (сохранность растений перед уборкой – 88,5 %). В среднем сохранность растений по всем изучаемым вариантам сорта зафиксирована выше контроля.

Некорневая обработка растений горчицы белой способствовала повышению характеристик структуры урожая во всех изучаемых вариантах

опыта по сравнению с контролем. Максимальная высота растений наблюдалась у сорта Рапсодия. Вариант опыта Актив Бор, 1 л/га + Актив Цинк, 1л/га, характеризовался максимальной высотой в 73,6 см, +12,9 см к контролю и количеством стручков в 24,5 шт./растение, +3,9 шт./растение к контролю. Существенных различий показателей по числу семян в стручке и массе 1000 семян в зависимости от варианта обработок не отмечено, и не вело к изменению урожайности (рис. 3).



$НСР_{05}$: 2018 – 0,23; 2019 – 0,22; 2020 –2,34

Рис. 3 – Средняя урожайность горчицы белой при использовании микроудобрений, 2018-2020 гг.

В среднем по годам опыта наибольшая урожайность была отмечена у варианта с применением Актив Бор + Актив Цинк, в дозах по 1л/га, у сорта Люция (13,9 ц/га, +19,8 % к контролю). При экономическом анализе рентабельность производства данного варианта опыта составила 88,4 % (+21,3 % к контролю); стоимость валовой продукции 48650 тыс. руб./гектар; себестоимость 4463,00 руб./т.; условно чистый доход 22835,00 рублей.

Заключение

Применение некорневых обработок в агроценозах горчицы белой комплексными удобрениями способствовало усиленному росту горчицы белой, увеличению фотосинтетических показателей, структуры урожая и урожайности культуры. Изучаемые факторы опыта способствовали благоприятному формированию характеристик структуры урожая, это результативно повлияло на увеличение урожайности маслосемян.

На варианте с применением Азотовит + Фосфатовит + РауАктив, в дозах по 1л/га, в среднем максимальная урожайность в опыте (19,5 ц/га, +19,6 % к контролю) была отмечена у сорта Люция.

На варианте с применением Актив Бор + Актив Цинк, в дозах по 1л/га, в среднем наибольшая урожайность горчицы была отмечена у сорта Люция (13,9 ц/га, +19,8 % к контролю).

Список литературы

1. Виноградов, Д.В. Урожайность горчицы белой при использовании современных жидких удобрений в Нечерноземной зоне России / Д.В. Виноградов, К.В. Наумцева, Е.И. Лупова и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – №4. – С.126-131. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41584090

2. Виноградов, Д.В. Использование капустных культур [Текст] / Д.В. Виноградов // Пчеловодство. 2009. № 5. С. 23-24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=12228550

3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]. – 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М: Агропромиздат, 1985. – 351 с. URL: https://www.studmed.ru/view/dospehov-ba-metodika-polevogo-opyta_9733259bddc.html

4. Дубровина, О.А. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита / Т.В. Зубкова, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2020. №4. С.17-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44845888

5. Зубкова Т.В. Морфологические и химические свойства новых удобрений и применение их при возделывании рапса / Д.В. Виноградов, С.М. Мотылева, О.А. Дубровина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова, 2021. №2(63). С.13-21. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=46244235

6. Лупова, Е.И. Влияние различных уровней минерального питания на урожайность масличных культур / Е.И. Лупова, К.В. Наумцева, Д.В. Виноградов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. – Т.5. – №4. – С. 23-29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44065876

7. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [Текст] / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов [и др.] / под общ. ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: ВНИИМК, 2010.– 327 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21792553

8. Мастеров, А.С. Обоснование элементов технологии возделывания редьки масличной на семена в условиях северо-востока Беларуси [Текст] / А.С. Мастеров, Д.В. Виноградов, Д.И. Романцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. № 2 (34). С. 29-35. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29421478

9.Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области. Общая информа-

ция. URL: https://www. ryazagro.ru/spheres/share/

10. Наумцева, К.В. Эффективность некорневой обработки при выращивании горчицы белой / К.В. Наумцева, Д.В. Виноградов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. – Т. 5. – № 2. – С. 20-27. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42806305

11. Наумцева, К.В. Значение и качество маслосемян горчицы / К.В. Наумцева, Д.В. Виноградов // Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Матер. науч. студ. конф. (27 февраля 2018 г., ФГБОУ ВО РГАТУ). – Рязань: изд-во ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – С.74-77. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35316306&pff=1

12. Наумцева, К.В. Перспективы производства горчицы белой в условиях Рязанской области / К.В. Наумцева // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: матер. межд. науч.-практич. конф. (9 апреля 2020 г., ФГБОУ ВО РГАТУ). – Рязань: Изд-во «ИП Жуков В.Ю.», 2020. - С. 293-297. URL: https://e.mail.ru/attach/15877385551714558081/0%3B1/?folder-id=0&x

13. Филатова, О.И. Масличные культуры в Рязанской области [Текст] / О.И. Филатова, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // В сборнике: Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Рязань, 2018. С. 104-108. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35398326&pff=1

14. Vinogradov, D.V. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia / D.V. Vinogradov, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012204 [WoS, Scopus] DOI:10.1088/1755 1315/341/1/012204

15. Vinogradov, D.V. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis / D.V. Vinogradov, E.A. Vysotskaya, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 422(2020) 012014 [WoS, Scopus] DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012014

16. Konkina, V.S. Economic Assessment of Production and Forecasting the Yield of Oilseed Cole Crops in the Non-Chernozem Zone of Russia / E.I. Lupova, D.V. Vinogradov // Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020), 2020.-volume 147. URL:https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200729.041

17. Lupova, E.I. Yield of winter rape in Ryazan region / E.I Lupova, K.D. Sazonkin, D.V. Vinogradov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 723 (2021) 022031 DOI:10.1088/1755-1315/723/2/022031

18. Lupova, E.I. Comparative characteristics of quality indicators of nontraditional vegetable oil types / E.I Lupova, I.S. Pityurina, D.V. Vinogradov, R.N. Ushakov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 (2021) 012170 DOI:10.1088/1755-1315/624/1/01217

NON-ROOT TOP DRESSING IN AGROCENOSES OF WHITE MUSTARD IN THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

Naumtseva Kseniya V., *postgraduate student of the department of agronomy and agricultural technologies, ksyu.dyachuk.93@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev

The problem and the goal. *The purpose of the research was to study the effect of non-root fertilizing with modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard crops.*

Methodology. *Field research was laid in the conditions of the educational and scientific innovation center "Agrotechnopark" of the Ryazan region. They were carried out on the basis of the methodology of experimental work according to B. A. Dospekhov (1985), and according to the methodology of conducting field agrotechnical experiments with oilseed crops by V. M. Lukomets (2010). Mathematical processing of research results using computer programs.*

Results. *It was revealed that the use of non-root treatments, in the form of complex microbiological fertilizers, contributes to a more intensive development of white mustard plants. The maximum height of plants was observed with the variety Lucia, where on the variant Azotovite + Phosphatovite + Rauactive, in doses of 1l / ha was 82.9 cm, which is +6.5 cm to control; the number of pods was 34.6 pcs./plant, +5.4 pcs./plant to control. There were no significant differences in the number of seeds in the pod and the weight of 1000 seeds, depending on the treatment option, and did not lead to a change in yield. The maximum yield (19.5 c/ha, which is 19.6% higher than the control) was observed in the variant with the use of Azotovit, Phosphatovit, Rauactive, in doses of 1l / ha, in the variety Lucia. Micro-fertilizers of the second experiment effectively influenced the formation of oilseeds. The best variety was Lucium, the maximum yield (13.9 c / ha, +19.8% of the control) was noted in the variant with the use of Active Boron + Active Zinc, with a consumption rate of 1 l/ha. A significant increase in yield was 2.3 c / ha, from the control variant.*

Conclusion. *As a result of the study, it was found that the use of non-root treatments in the agrocenoses of white mustard with complex fertilizers contributed to a more enhanced growth of white mustard, an increase in photosynthetic indicators, the structure of the crop and the yield of the crop*

Key words: *leaf treatments, non-root fertilizing, yield of white mustard, mustard oil seeds*

Literatura

1. Vinogradov, D.V. Urozhajnost' gorchicy beloj pri ispol'zovanii sovremennyh zhidkih udobrenij v Nechernozemnoj zone Rossii / D.V. Vinogradov, K.V. Naumceva, E.I. Lupova i dr. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2019. – №4. – S.126-131. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41584090

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

3. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Tekst]. – 5-e izd., dop. i pererab. / B.A. Dospekhov. – M: Agropromizdat, 1985. – 351 s. URL: https://www.studmed.ru/view/dospehov-ba-metodika-polevogo-opyta_9733259bddc.html

4. Dubrovina, O.A. Nakoplenie mikroelementov rasteniyami yarovogo rapsa pri ispol'zovanii kurinogo pometa i ceolita / T.V. Zubkova, D.V. Vinogradov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva, 2020. №4. S.17-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44845888

5. Zubkova T.V. Morfologicheskie i himicheskie svojstva novyh udobrenij i primenenie ih pri vozdelyvanii rapsa / D.V. Vinogradov, S.M. Motyleva, O.A. Dubrovina // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii imeni V.R. Filippova, 2021. №2(63). S.13-21.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=46244235

6. Lupova, E.I. Vliyanie razlichnyh urovnej mineral'nogo pitaniya na urozhajnost' maslichnyh kul'tur / E.I. Lupova, K.V. Naumceva, D.V. Vinogradov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2020. – T.5. – №4. – S. 23-29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44065876

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

8. Masterov, A.S. Obosnovanie elementov tekhnologii vozdelyvaniya red'ki maslichnoj na semena v usloviyah severo-vostoka Belarusi [Tekst] / A.S. Masterov, D.V. Vinogradov, D.I. Romancevich // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2017. № 2 (34). S. 29-35. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29421478

9.Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Ryazanskoj oblasti. Obshchaya informaciya. URL: https://www. ryazagro.ru/spheres/share/

10. Naumceva, K.V. Effektivnost' nekornevoj obrabotki pri vyrashchivanii gorchicy beloj / K.V. Naumceva, D.V. Vinogradov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2020. – T. 5. – № 2. – S. 20-27. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42806305

11. Naumceva, K.V. Znachenie i kachestvo maslosemyan gorchicy / K.V. Naumceva, D.V. Vinogradov // Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem. Aktual'nye voprosy proizvodstva, hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: Mater. nauch. stud. konf. (27 fevralya 2018 g., FGBOU VO RGATU). – Ryazan': izd-vo FGBOU VO RGATU, 2018. – S.74-77. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35316306&pff=1

12. Naumceva, K.V. Perspektivy proizvodstva gorchicy beloj v usloviyah Ryazanskoj oblasti / K.V. Naumceva // Ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennyh agrotekhnologij: mater. mezhd. nauch.-praktich. konf. (9 aprelya 2020 g., FGBOU VO RGATU). – Ryazan': Izd-vo «IP ZHukov V.YU.», 2020. - C. 293-297. URL: https://e.mail.ru/attach/15877385551714558081/0%3B1/?folder-id=0&x

13. Filatova, O.I. Maslichnye kul'tury v Ryazanskoj oblasti [Tekst] / O.I. Filatova, E.I. Lupova, D.V. Vinogradov // V sbornike: Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem. Aktual'nye voprosy proizvodstva, hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii. Ryazan', 2018. S. 104-108. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35398326&pff=1

14. Vinogradov, D.V. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia / D.V. Vinogradov, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012204 [WoS, Scopus] DOI:10.1088/17551315/341/1/012204

15. Vinogradov, D.V. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis / D.V. Vinogradov, E.A. Vysotskaya, K.V. Naumtseva, E.I. Lupova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 422(2020) 012014 [WoS, Scopus] DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012014

16. Konkina, V.S. Economic Assessment of Production and Forecasting the Yield of Oilseed Cole Crops in the Non-Chernozem Zone of Russia / E.I. Lupova, D.V. Vinogradov // Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020), 2020.-volume 147. URL:https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200729.041

17. Lupova, E.I. Yield of winter rape in Ryazan region / E.I Lupova, K.D. Sazonkin, D.V. Vinogradov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 723 (2021) 022031 DOI:10.1088/1755-1315/723/2/022031

18. Lupova, E.I. Comparative characteristics of quality indicators of nontraditional vegetable oil types / E.I Lupova, I.S. Pityurina, D.V. Vinogradov, R.N. Ushakov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 (2021) 012170 DOI:10.1088/1755-1315/624/1/01217

УДК 631.41:631.435 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.64.80.010***

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ РАБОТ

САВИНА Ольга Васильевна, *д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры маркетинга и товароведения, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, savina-999@mail.ru,*

Проблема и цель. *Рост проблем в сельскохозяйственном производстве, связанных с антропогенной деградацией сельхозугодий, создает необходимость проведения качественной диагностики состояния почв. Одной из причин деструктивного разрушения почв может послужить проведение земельных работ, связанных с нарушением верхнего плодородного слоя. Цель настоящего исследования – изучение влияния земельных работ на изменение физических и агрохимических характеристик почвы.*

Методология. *Объектом исследования явились три земельные участка площадью 7,30; 2,74 и 1,71 га, расположенные в районе проведения земельных работ по реконструкции газопровода на территории Шиловского района Рязанской области. Преобладающие типы почв исследуемых земельных участков – дерново-подзолистые, легкого механического состава (преимущественно песчаные). Отбор почвенных проб и формирование почвенных образцов для проведения анализов проводили в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019. Для характеристики физчческихи агрохимических свойств почвы определяли следующие показатели: цвет и структуру почвенных образцов – внешним осмотром; гранулометрический состав – ситовым и ареометрическим методом по ГОСТ 12536-2014; содержание органического вещества – методом Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-91.*

Результаты. *Показано негативное действие земельных работ на физические и агрохимические характеристики почвы. Общий осмотр исследуемых участков в местах проведения земельных работ выявил заметные изменения почвенного покрова: нарушения рельефа, уплотнение почвы, изреживание или полное отсутствие растительного покрова. Результаты визуальной оценки и анализов физических и агрохимических показателей образцов почвы свидетельствуют о глубоком деструктивном изменении почвенного профиля исследуемых земельных участков в районе проведения земляных работ за счет перемешивания нижних почвенных горизонтов и практического отсутствия верхнего плодородного слоя.*

Заключение. *Выявленные негативные последствия земельных работ при отсутствии рекультивации верхнего плодородного слоя в конечном итоге приводят к возникновению обширных очагов деградации почв и выводу их из хозяйственного использования. Если процесс возврата к использованию сельхозугодий не будет законодательно регламентирован и поддержан на государственном уровне, он может привести к нарушению продовольственной базы, что в конечном итоге потребует высокозатратных и чрезвычайных мер для обеспечения продовольственной безопасности нашей страны.*

Ключевые слова: *почва, почвенный горизонт, структура почвы, гранулометрический состав, гумус.*

Введение

В современном сельскохозяйственном производстве происходит нарастание проблем, связанных с нерациональной хозяйственной деятельностью человека, приводящей к антропогенной деградации сельхозугодий [1-7]. В результате этого постоянно уменьшается обеспеченность пригодными для земледелия почвенными ресурсами [8-13]. По данным Минсельхоза, на сегодняшний день в России около 196 млн га сельскохозяйственных угодий, из них примерно 130 млн га – деградированных [14].

Одной из причин деструктивного разрушения почв может послужить проведение земельных работ, связанных с нарушением верхнего плодородного слоя. Согласно действующему в России межгосударственному стандарту ГОСТ 17.4.3.02-85 «Охрана природы. Почвы», устанавливающему требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ, после проведения земельных работ в обязательном порядке должна проводиться рекультивация нарушенных земель. Этап рекультивации предусматривает планировку, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, а также проведение других работ, создающих необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению или для проведения мероприятий по

© Савина О. В., 2021 г.

восстановлению плодородия почв для возможности последующего эффективного хозяйственного использования. Однако зачастую при проведении земельных работ этап рекультивации остается только на бумаге (в проектной документации), а на практике такие горе-копатели оставляют после себя горы вывороченной безжизненной почвы. В итоге такое нерациональное использование земель приводит к возникновению обширных очагов деградации почв и выводу их из хозяйственного использования.

Для борьбы с деградацией в первую очередь нужна достоверная информация о состоянии почв и их качественная диагностика [15]. В этой связи исследование влияния земельных работ на физические и агрохимические характеристики почвы представляют широкий практический интерес.

Объекты и методика проведения исследования

Цель исследований – изучение влияния земельных работ на изменение физических и агрохимических характеристик почвы.

Объектом исследования явились три земельные участка площадью 7,30; 2,74 и 1,71 га, расположенные в районе проведения земельных работ по реконструкции газопровода на территории Шиловского района Рязанской области. Хозяйственное назначение участков – сенокосы и пастбища. Преобладающие типы почв исследуемых земельных участков – дерново-подзолистые, легкого механического состава (преимущественно песчаные); мощность гумусового слоя небольшая (5-20 см), уровень естественного плодородия сравнительно невысокий.

Природный профиль ненарушенных дерново-подзолистых почв имеет следующее морфологическое строение [16].

А0 – верхняя тонкая часть почвенного профиля, представляющая собой опад растений разной степени разложения.

А1 – гумусовый слой серого цвета, мощность от 5 до 20 см; имеет непрочно-мелкокомковатую или порошистую структуру.

А2 – эллювиальный горизонт, представляющий собой подзолистый, самый светлый слой в профиле, от белого (в песчаных подзолах) до палевого цвета; при суглинистом составе чешуйчато-листовой структуры, но может быть и бесструктурным, мощность сильно варьирует; для эллювиального горизонта характерна пылеватая структура; это самый характерный горизонт дерново-подзолистых почв, отличается наиболее низким содержанием илистой фракции.

А2В – переходный слой, имеет черты подзолистого (А2) и иллювиального (В) горизонта; состоит из белых затеков горизонта А2 и бурых заклинков горизонта В; цвет буровато-красный с белесыми пятнами и клиньями, структура ореховато-плитчатая; в отличие от предыдущего горизонта, здесь значительно возрастает содержание илистой фракции.

В – иллювиальный горизонт, переходный к материнской почвообразующей породе; более тяжелый, чем вышележащие горизонты, плотный, суглинистого состава ореховато-комковатой структуры, книзу призматической или глыбистой; по граням структурных отдельностей имеется кремнеземистая присыпка и коричневатая пленка; в песчаных почвах бывает обогащен железом, гумусом, что определяет его специфическую окраску – коричнево-охристую или темно-кофейную; в этом горизонте резко возрастает количество илистой фракции.

С – почвообразующая порода.

Отбор почвенных проб и формирование почвенных образцов для проведения анализов проводили в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019 с учетом требований данного нормативного документа к допустимым размерам элементарных земельных участков для отбора почвенных образцов и размеров исследуемых земельных участков; от каждого участка было отобрано по одному образцу.

Почвенный образец формировали путем отбора точечных проб с помощью механического бура Осипова – ВИУА на глубине 0-20 см, что отвечает требованиям ГОСТ Р 58595-2019 для сенокосов и пастбищ. Точечные пробы отбирали равномерно по маршрутному ходу, проложенному вдоль линии проведения земельных работ, через равные интервалы, которые зависели от размера каждого участка. Общее количество точечных проб на каждом участке составляло 20 шт., что соответствует п. 7.8 ГОСТ Р 58595-2019. Из точечных проб методом «конверта» составляли объединенную пробу, масса которой была не менее 400 г.

Для контроля изменений почвы отбирали фоновые образцы по описанной выше методике на ненарушенных частях соответствующих земельных участков. Сформированные нарушенные и фоновые почвенные образцы помещали в полиэтиленовые пакеты, сопровождали этикеткой и транспортировали в лабораторию для проведения лабораторных исследований.

Для характеристики физических и агрохимических свойств почвы в рамках настоящего исследования было проведено определение следующих показателей:

1) внешним осмотром определяли цвет и структуру нарушенных и фоновых почвенных образцов;

2) гранулометрический состав – относительное содержание в почве первичных (т.е. не связанных в агрегаты) частиц различных размеров, выраженное в процентах по отношению к их общей массе. Определение различных фракций гранулометрического состава проведено с использованием ситового и ареометрического методов по ГОСТ12536-2014;

3) определение органического вещества в почве проведено по ГОСТ 26213-91 методом Тюрина в модификации ЦИНАО. Метод основан на окислении органического вещества раствором двухромовокислого калия в серной кислоте и последующем определении трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества, на спектрофотометре ПЭ 5400 УФ.

Исследования проведены в аккредитованной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская» с использованием стандартных методик.

Результаты исследований и их обсуждение

Общий вид исследуемых земельных участков приведен на рисунке 1. Как видим из рисунка, в местах проведения земельных работ отмечаются заметные изменения почвенного покрова: нарушения рельефа, уплотнение почвы, изреживание или полное отсутствие растительного покрова. Подобные изменения, безусловно, приводят к деградации почвы и снижают пригодность сельхозугодий для использования по целевому назначению.

Рис. 1 – Общий вид исследованных земельных участков

Рис. 2 – Внешний вид почвенных образцов, отобранных с исследуемых земельных участков

Внешним осмотром почвенных образцов установлено:

– нарушенный образец земельного участка №1 имел неравномерный, палевый с белесыми и красновато-бурыми пятнами цвет; структуру ореховато-плитчатую, ореховато-комковатую;

– нарушенный образец земельного участка №2: цвет неравномерный, палевый с белесыми и желтоватыми участками; структура плотная, чешуйчато-плитчатая с включением ореховато-плитчатой;

– нарушенный образец земельного участка №3: цвет неравномерный, буровато-красный с белесыми пятнами и клиньями; структура ореховато-комковатая с участками ореховато-плитчатой.

Фоновые образцы, отобранные на ненарушенных частях всех исследованных земельных участков имели серый цвет и непрочную, комковато-пылеватую структуру, свойственную ненарушенному гумусовому слою дерново-подзолистой песчаной почвы.

Лабораторные исследования почвы нарушенных и фоновых образцов позволили установить, насколько нарушен естественный профиль почв исследуемых земельных участков в местах проведения земельных работ.

Физические свойства почвы достаточно полно характеризуются показателем «гранулометрический состав», выражающийся в содержании частиц разного размера. Это одна из важных физических характеристик почвы, от которой зависят водопроницаемость почвы, способность удерживать влагу, глубина проникновения корневых систем растений. Каждый почвенный горизонт имеет свое соотношение частиц механического состава [17]. При определении гранулометрического состава почвы выделяют фракции:<0,001мм – ил; 0,001-0,005 – пыль мелкая; 0,005-0,01 – пыль средняя; 0,01-0,05 – пыль крупная; 0,05-0,25 – песок мелкий; 0,25-0,5 – песок средний; 0,5-1,0 – песок крупный; >1 мм

– гравий. Частицы <0,01 мм объединены в более крупную фракцию физической глины, а >0,01 мм – во фракцию физического песка. На основании содержания физической глины или песка дается название почвы по гранулометрическому составу (ГОСТ 25100-2011).

Результаты определения показателей гранулометрического состава почвенных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1– Результаты анализа гранулометрического состава почвенных образцов

Образец почвы	Размер фракции, мм	>10	10-5	5-2	2-1	1 – 0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	Меньше 0,01	Степень неоднородности гранс-става, д.е.
	Название фракции	Название фракции			Гравий	Песок крупный	Песок средний	Песок мелкий	Пыль крупная	Пыль средняя и мелкая (физ. глина)	
Земельный участок №1											
Нарушенный образец	Содержание фракции, %	-	0,3	-	0,5	5,5	30,9	57,5	3,2	2,1	3,99
	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Песок пылеватый неоднородный									
Фоновый образец	Содержание фракции, %	-	-	-	0,1	3,5	32,1	62,7	0,8	0,8	3,06
	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Песок мелкий неоднородный									
Земельный участок №2											
Нарушенный образец	Содержание фракции, %	-	-	-	0,2	6,5	38,5	49,7	4,8	0,3	3,85
	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Песок мелкий неоднородный									
Фоновый образец	Содержание фракции, %	-	-	-	0,3	5,0	36,0	54,7	2,4	1,6	3,80
	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Песок мелкий неоднородный									
Земельный участок №3											
Нарушенный образец	Содержание фракции, %	-	-	-	0,3	4,4	27,7	60,7	6,3	0,6	3,84
	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Песок пылеватый неоднородный									
Фоновый образец	Содержание фракции, %	-	-	-	0,4	6,8	37,1	51,6	2,6	1,5	4,05
	Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011	Песок мелкий неоднородный									

В таблице 2 представлены результаты определения органического вещества в почве исследуемых земельных участков, которое является основным показателем почвенного плодородия. Органическое вещество почвы состоит из сложного комплекса различных соединений, большая

часть из которых – это специфические органические соединения, называемые гумусом [18,19]. Основная часть гумуса аккумулируется в верхнем слое почвы, мощность которого зависит от типа почв. Для дерново-подзолистых почв характерна небольшая мощность гумусового слоя (А1) – 5-20 см при низком содержание органического вещества в нем (не выше 1,5-1,9 %) [16]. При движении вглубь профиля дерново-подзолистых почв содержание органического вещества резко падает. Таким образом, по изменению содержания органического вещества в почве исследуемых образцов можно судить о нарушениях верхнего плодородного слоя в районе проведения земельных работ.

Таблица 2 – Результаты определения содержания органического вещества в почвенных образцах

Образец почвы	Содержание органического вещества по земельным участкам, %		
	Земельный участок №1	Земельный участок №2	Земельный участок №3
Нарушенный образец	0,96	0,88	0,89
Фоновый образец	1,87	1,66	1,40

Сопоставление данных визуального осмотра, приведенных на рисунке 2, и результатов физических и агрохимических анализов почвы исследуемых земельных участков (таблицы 1 и 2), позволяет дать полную характеристику деструктивных изменений почвы, произошедших в результате проведения земельных работ.

Почва нарушенного образца земельного участка №1 представлена в основном смесью переходного горизонта А2В и иллювиального горизонта В при практическом отсутствии верхнего плодородного слоя. Об этом свидетельствует повышение фракции физической глины в 2,6 раза и снижение органического вещества в образце в 1,95 раз, а также структура и цвет образца. Кроме того, произошло некоторое ухудшение гранулометрического состава почвы с точки зрения пригодности к использованию земель данного земельного участка по сельскохозяйственному назначению за счет увеличения фракций камней и гравия с 0,1 до 0,8 % и повышения степени неоднородности гранулометрического состава в 1,3 раза.

Визуальный осмотр нарушенного образца земельного участка №2 показал преобладание в структуре образца чешуйчато-плитчатых агрегатов, имеются также и агрегаты комковато-плитчатой структуры. В гранулометрическом составе произошло увеличение пылеватых фракций с 4,0 до 5,1 %, вместе с тем количество физической глины уменьшилось в 5,3 раза. Количество органического вещества снизилось в 1,89 раз. Все это позволяет заключить, что почва нарушенного образца представлена в основном смесью эллювиального горизонта А2 и переходного горизонта А2В при преобладании первого и практическом отсутствии верхнего плодородного слоя.

Аналогичные изменения почвы отмечены и в нарушенном образце земельного участка №3, а именно: в гранулометрическом составе увеличилось содержание пылеватых фракций с 4,1 до 6,9 %, количество физической глины уменьшилось в 2,5 раза. Количество органического вещества снизилось в 1,57 раза. Визуальный осмотр показал преобладание в структуре образца ореховато-комковатых агрегатов, а также наличие агрегатов ореховато-плитчатой структуры. Все это позволяет заключить, что почва нарушенного образца представлена в основном смесью иллювиального горизонта В и переходного горизонта А2В при преобладании первого и практическом отсутствии верхнего плодородного слоя.

Таким образом, результаты визуального осмотра и анализов физических и агрохимических показателей почвы в районе проведения земельных работ свидетельствуют о глубоком деструктивном изменении почвенного профиля исследуемых земельных участков за счет перемешивания нижних почвенных горизонтов и практического отсутствия верхнего плодородного слоя.

Заключение

Экспериментально доказано негативное действие земельных работ на физические и агрохимические характеристики почвы. Общий осмотр исследуемых участков в местах проведения земельных работ выявил заметные изменения почвенного покрова: нарушения рельефа, уплотнение почвы, изреживание или полное отсутствие растительного покрова. Результаты визуальной оценки и анализов физических и агрохимических показателей образцов почвы свидетельствуют о глубоком деструктивном изменении почвенного профиля исследуемых земельных участков в районе проведения земляных работ. Подобные негативные последствия земельных работ при отсутствии рекультивации верхнего плодородного слоя в конечном итоге приводят к возникновению обширных очагов деградации почв и выводу их из хозяйственного использования. Если процесс возврата к использованию сельхозугодий не будет законодательно регламентирован и поддержан на государственном уровне, он может привести к нарушению продовольственной базы, что в конечном итоге потребует высокозатратных и чрезвычайных мер для обеспечения продовольственной безопасности нашей страны.

Список литературы

1. Белоусова, Е.Н. Система рационального использования и охраны земель: учеб. пособие [Электронный ресурс]. / Е. Н. Белоусова. - Красноярск: Изд. Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2020. – 143 с. URL: https:// lanbook.com›…ratsionalnogo-ispolzovaniya-i…zemel/

2. Проблемы агрономии и агрохимии в современном сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс] / Крючков М.М., Виноградов Д.В., Соколов А.А., Костин Я.В., Левин В.И. //В сб.: Научно-практические инициативы и инновации для развития регионов России. Материалы Национальной научной конференции. – Рязань: Изд. РГАТУ, 2015. - С. 102-105. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 44099104.

3. Плодородие - фактор стабилизации микробиологической активности серой лесной почвы [Электронный ресурс] / Р.Н. Ушаков, Я.В. Костин, Н.А. Головина, А.В. Кобелева // В сб.: Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства. Мат. Всерос. Н.-п. конф. с международным участием, посвященной 75-летию со дня рождения д. с.-х. н, профессора Куликовой А. Х. – Ульяновск, 2017. - С. 382-385. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 30658679

4. К вопросу о плодородии серой лесной (агросерой) почвы [Электронный ресурс] / Ушаков Р.Н., Виноградов Д.В., Ручкина А.В., Лупова Е.И. и др. // АгроЭкоИнфо.- 2020. - № 3 (41). - С. 3. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 44099104.

5. Davydova I. Mazhayskiy Y, Davydov E 2016 Petroleum-contaminated soils price regulation for the aids of land use optimization and ecological risk mitigation. Engineering for Rural Development. January 91-94.

6. Bogdanchikov I U, Byshov N V, Bachurin A N and Yesenin M A 2021 Use of straw in organic farming. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 012220.

7. Vinogradov D V, Naumtseva K V and Lupova E I 2019 Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–341(1) 012204

8. Органические удобрения как фактор повышения плодородия почвы и эффективности растениеводства [Текст] / О.В. Савина, В.А. Макаров, О.В. Макарова, Гаспарян С.В.//Вестник РГАТУ. - 2019.-№4. – С. 53-59.

9. Белобрагин, Н.И., Костин Я.В. Изменение агрохимических показателей плодородия при различных системах обработки почвы [Текст] / Н.И.Белобрагин, Я.В. Костин // Международный технико-экономический журнал, 2012.- № 3. - С. 75-79.

10. Костин Я.В. Агрохимические свойства приовражных земель в СПК "Высокое" Рязанского района [Текст] / Костин Я.В., Ушаков Р.Н. // В сб.: Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Травина И.С: Мат. н.-п. конф. – Рязань: Изд. РГАТУ, 2010. - С. 29-32.

11. Захарова, О.А. Режим органического вещества в мелиорированной почве [Текст] / О.А. Захарова, Я.В. Костин Рязань, Изд. РГАТУ, 2013.- 116 с.

12. Закономерности в изменении агрофизических свойств серой лесной почвы в условиях длительного применения поверхностных обработок [Текст] / В.И. Перегудов, Н.М. Шереметьева, Д.М. Ермаков, Костин Я.В. //В сб.: Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета РГАТУ, посв. 75-летию со дня рождения профессора В.И. Перегудова. Материалы научно-практической конференции. – Рязань, Изд. РГАТУ, 2013. - С. 35-37.

13. Батовская, Е.К. Влияние антропогенных загрязнителей на состояние почвенных биоценозов различных природно-климатических зон Европейской части России: автореф. дис….. докт. биол. наук [Текст] / Астраханский государственный университет. Астрахань, 2007. – 41 с.

14. Деградация на миллиарды: в России истощены свыше 60% сельхозугодий [Электронный ресурс]. - URL: https:// agriecomission.com›base/degradaciya…v…selhozugodii

15. Ushakov R N, Ruchkina A V, Levin V I, Zakharova O A, Kostin Ya V and Golovina N A. Sustainability of Agro-Gray Soil to Pollution and Acidification, and its Biodiagnostics. International Journal of Engineering and Technology. Vol7 4.36 929-934.

16. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение [Текст] / В.И. Кирюшин. – С.-П.: Изд-во «Квадро», 2013.

17. Ганжара, Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению [Текст] / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М.:«Агроконсалт», 2002.

18. Коняев, Е.Р. Изменение агрохимических свойств почвы при использовании биопрепаратов [Текст] /Коняев Е.Р., Костин Я.В. // В сборнике: Современные наукоемкие технологии - основа модернизации агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. - пос. Персиановский, 2021. - С. 47-49. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 41153442.

19. Vinogradov D V, Makarova M P and Kryuchkov M M 2020 The use of mineral fertilizers in sunflower crops in the conditions of Ryazan region. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 012077

THE CHANGE IN PHYSICAL AND AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL DURING LAND WORKS

Savina Olga V., *Full Professor, Doctor of Agricultural Sciences, savina-999@mail.ru*
Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *The growth of problems in agricultural production associated with anthropogenic*

degradation of farmland creates the need for high-quality diagnostics of the state of soils. Land works associated with the violation of the upper fertile layer can be one of the reasons for soil destruction. The purpose of this research is studying the effect of land works on the change in the physical and agrochemical characteristics of the soil.

Methods. *The object of the study included three land plots with an area of 7.30, 2.74 and 1.71 hectares located in the area of land works for the reconstruction of the gas pipeline in Shilovsky district of Ryazan region. The prevailing types of soils of the studied land plots were sod-podzolic, light texture (mainly sandy). Soil sampling for analysis was carried out in accordance with GOST R 58595-2019. To characterize physical and agrochemical properties of the soil, the following indicators were determined: color and structure of soil samples by external examination; particle-size distribution by sieve and areometric method according to GOST 12536-2014; the content of organic matter by Tyurin method in the modification of TsINAO in accordance with GOST 26213-91.*

Results. *The negative effect of land works on physical and agrochemical characteristics of the soil is shown. A general inspection of the studied plots in places of land works revealed noticeable changes in the soil cover: disturbances in the relief, soil compaction, thinning or complete absence of vegetation cover. The results of visual assessment and analyzes of physical and agrochemical parameters of soil samples indicate a deep destructive change in the soil profile of the studied land plots in the area of land works due to mixing of the lower soil horizons and the practical absence of the upper fertile layer.*

Conclusion. *The revealed negative consequences of land works in the absence of reclamation of the upper fertile layer ultimately lead to the emergence of extensive foci of soil degradation and their withdrawal from economic use. If the process of returning to the use of farmland is not legally regulated and supported at the state level, it can lead to some disruption of the food base, which ultimately will require high-cost and emergency measures to ensure the food security of our country.*

Key words: *soil, soil horizon, soil structure, particle-size distribution, humus.*

Literatura

1. Belousova, Ye.N. Sistema ratsional'nogo ispol'zovaniya i okhrany zemel': ucheb. posobiye [Elektronnyy resurs]. / Ye.N. Belousova. - Krasnoyarsk: Izd. Krasnoyar. gos. agrar. un-ta, 2020. – 143 s. URL: https://lanbook.com›…ratsionalnogo-ispolzovaniya-i…zemel/

2. Problemy agronomii i agrokhimii v sovremennom sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Elektronnyy resurs] / Kryuchkov M.M., Vinogradov D.V., Sokolov A.A., Kostin Ya.V., Levin V.I. // V sb.: Nauchno-prakticheskiye initsiativy i innovatsii dlya razvitiya regionov Rossii. Materialy Natsional'noy nauchnoy konferentsii. – Ryazan': Izd. RGATU, 2015. - S. 102-105. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 44099104.

3. Plodorodiye - faktor stabilizatsii mikrobiologicheskoy aktivnosti seroy lesnoy pochvy [Elektronnyy resurs] / R.N. Ushakov, Ya.V. Kostin, N.A. Golovina, A.V. Kobeleva // V sb.: Fundamental'nyye i prikladnyye osnovy sokhraneniya plodorodiya pochvy i polucheniya ekologicheski bezopasnoy produktsii rasteniyevodstva. Mat. Vseros. N.-p. konf. s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 75-letiyu so dnya rozhdeniya d. s.-kh. n, professora Kulikovoy A.Kh. – Ul'yanovsk, 2017. - S. 382-385. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 30658679

4. K voprosu o plodorodii seroy lesnoy (agroseroy) pochvy [Elektronnyy resurs] / Ushakov R.N., Vinogradov D.V., Ruchkina A.V., Lupova Ye.I. i dr. // AgroEkoInfo. - 2020. - № 3 (41). - S. 3. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 44099104.

5. Davydova I., Mazhayskiy Y., Davydov E. 2016 Petroleum-contaminated soils price regulation for the aids of land use optimization and ecological risk mitigation. Engineering for Rural Development. January 91-94.

6. Bogdanchikov I.Yu, Byshov N.V., Bachurin A.N. and Yesenin M.A. 2021 Use of straw in organic farming. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 012220.

7. Vinogradov D.V., Naumtseva K.V. and Lupova E.I. 2019 Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 341(1) 012204

8. Organicheskiye udobreniya kak faktor povysheniya plodorodiya pochvy i effektivnosti rasteniyevodstva [Tekst] / O.V. Savina, V.A. Makarov, O.V. Makarova, Gasparyan S.V. // Vestnik RGATU. - 2019. - № 4. – S. 53-59.

9. Belobragin, N.I., Kostin Ya.V. Izmeneniye agrokhimicheskikh pokazateley plodorodiya pri razlichnykh sistemakh obrabotki pochvy [Tekst] / N.I.Belobragin, Ya.V. Kostin // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskiy zhurnal, 2012. - № 3. - S. 75-79.

10. Kostin Ya.V. Agrokhimicheskiye svoystva priovrazhnykh zemel' v SPK "Vysokoye" Ryazanskogo rayona [Tekst] / Kostin Ya.V., Ushakov R.N. // V sb.: Yubileynyy sbornik nauchnykh trudov studentov, aspirantov i prepodavateley agroekologicheskogo fakul'teta, posvyashchennyy 110-letiyu so dnya rozhdeniya professora Travina I.S: Mat. n.-p. konf. – Ryazan': Izd. RGATU, 2010. - S. 29-32.

11. Zakharova O.A. Rezhim organicheskogo veshchestva v meliorirovannoy pochve [Tekst] / O.A. Zakharova, Ya.V. Kostin Ryazan', Izd. RGATU, 2013. - 116 s.

12. Zakonomernosti v izmenenii agrofizicheskikh svoystv seroy lesnoy pochvy v usloviyakh dlitel'nogo primeneniya poverkhnostnykh obrabotok [Tekst] / V.I. Peregudov, N.M. Sheremet'yeva, D.M. Yermakov, Kostin

Ya.V. // V sb.: Yubileynyy sbornik nauchnykh trudov studentov, aspirantov i prepodavateley agroekologicheskogo fakul'teta RGATU, posv. 75-letiyu so dnya rozhdeniya professora V.I. Peregudova. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Ryazan', Izd. RGATU, 2013. - S. 35-37.

13. Batovskaya Ye.K. Vliyaniye antropogennykh zagryazniteley na sostoyaniye pochvennykh biotsenozov razlichnykh prirodno-klimaticheskikh zon Yevropeyskoy chasti Rossii: avtoref. Dis... dokt. biol. nauk [Tekst] / Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet. Astrakhan', 2007. – 41 s.

14. Degradatsiya na milliardy: v Rossii istoshcheny svyshe 60% sel'khozugodiy [Elektronnyy resurs]. - URL: https:// agriecomission.com›base/degradaciya…v…selhozugodii

15. Ushakov R.N, Ruchkina A.V, Levin V.I., Zakharova O.A., Kostin Ya.V. and Golovina N.A. Sustainability of Agro-Gray Soil to Pollution and Acidification, and its Biodiagnostics. International Journal of Engineering and Technology. Vol 7 4.36 929-934.

16. Kiryushin V.I. Agronomicheskoye pochvovedeniye [Tekst] / V.I. Kiryushin. – S.-P.: Izd-vo «Kvadro», 2013.

17. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baybekov R.F. Praktikum po pochvovedeniyu [Tekst] / N.F. Ganzhara, B.A. Borisov, R.F. Baybekov. – M.: «Agrokonsalt», 2002.

18. Konyayev Ye.R. Izmeneniye agrokhimicheskikh svoystv pochvy pri ispol'zovanii biopreparatov [Tekst] / Konyayev Ye.R., Kostin Ya.V. // V sbornike: Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii - osnova modernizatsii agropromyshlennogo kompleksa. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - pos. Persianovskiy, 2021. - S. 47-49. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id= 41153442.

19. Vinogradov D.V, Makarova M.P. and Kryuchkov M.M. 2020 The use of mineral fertilizers in sunflower crops in the conditions of Ryazan region. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 012077

УДК 636.1.034 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.85.78.011***

СВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО БЕЛКА В МОЛОКЕ КОБЫЛ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ ПОРОД С ГРУППАМИ КРОВИ, АЛЛЕЛЯМИ И АНТИГЕНАМИ ЭРИТРОЦИТОВ

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, *д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой морфологии, акушерства и терапии, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», semenov_v.g@list.ru*

ОНЕГОВ Андрей Владимирович, *канд. биол. наук, доцент кафедры технологии производства продукции животноводства ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», a.onegov@mail.ru*

СТРЕЛЬНИКОВ Артём Игоревич, *аспирант кафедры технологии производства продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», weiserzi13@gmail.com*

Проблема и цель. *На сегодняшний день применяемые методы оценки сельскохозяйственных животных, которые основываются на сравнительном анализе фенотипических показателей потомков и их родителей, не могут в полном объеме удовлетворить требования, предъявляемые к сельскохозяйственной селекции. В связи с этим в последние годы всё больше внимания уделяют изучению полиморфных генетических систем белков крови и их использованию в качестве показателей наиболее объективной оценки племенных качеств сельскохозяйственных животных, а также для управления селекционными процессами в области продуктивного животноводства.*

Методология. *Определение групп крови у кобыл русской и литовской тяжеловозных пород проводилось по методическим рекомендациям, разработанным Р. М. Дубровской и И. М. Стародумовым. С помощью моноспецифических сывороток типировали антигены эритроцитов систем А и D групп крови лошадей. Методом семейного анализа установили аллели и генотипы кобыл тяжеловозных пород по системе D групп крови. Используя формулу Харди-Вайнберга путем простого подсчета определяли частоты возникновения генов. По общепринятой методике проводили отбор проб молока кобыл тяжеловозных пород для его исследования на содержание общего белка. Химический состав молока кобыл тяжеловозных пород определяли в лаборатории по контролю качества выпускаемой продукции племенного кумысного комплекса ЗАО ПЗ «Семёновский». С помощью анализатора АМ-2 проводили анализ кобыльего молока на содержание общего белка.*

© Семенов В. Г., Онегов А. В., Стрельников А. И., 2021 г.

Результаты. *По системе D групп крови у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы было установлено 19 генотипов из 36 возможных. Для изученных пород кобыл характерна высокая частота встречаемости аллелей $D^{ad,}$ D^{de}, $D^{dghm.}$ Высокая значимость антигенного сходства по системе D групп крови между литовскими и русскими тяжеловозами свидетельствует о генетическом сходстве этих пород. Определена связь содержания общего белка с иммуногенетическими показателями. У литовских тяжеловозных кобыл высокое содержание белка связано с наличием генотипов DdkDcgm; у русских тяжеловозов – генотипов $D^{bcm}D^{dghm}$.*

Заключение. *С учетом выявленных положительных связей иммуногенетических показателей с содержанием в молоке кобыл тяжеловозных пород белка можно рекомендовать использование полученных результатов для корректировки отбора в плане селекционно-племенной работы.*

Ключевые слова: *содержание белка в молоке, антигены эритроцитов, аллели, генотипы, группы крови, кобылы.*

Введение

На сегодняшний день применяемые методы оценки сельскохозяйственных животных, которые основываются на сравнительном анализе фенотипических показателей потомков и их родителей, не могут в полном объеме удовлетворить требования, предъявляемые к сельскохозяйственной селекции. В связи с этим в последние годы всё больше внимания уделяют изучению полиморфных генетических систем белков крови и их использованию в качестве показателей наиболее объективной оценки племенных качеств сельскохозяйственных животных, а также для управления селекционными процессами в области продуктивного животноводства [2-5, 14-16, 21, 22]. Наибольший интерес вызывает полиморфизм эритроцитарных антигенов, то есть групп крови животных [6, 12]. Установив антигенный состав эритроцитов и их влияние на показатели мясной и молочной продуктивности у сельскохозяйственных животных, можно более эффективно управлять генетической структурой стада, концентрируя только те генотипы, которые положительно сочетаются с хозяйственно-полезными признаками, необходимыми для данного производства [8, 10]. Для изучения наследственных особенностей сельскохозяйственных животных и их потенциальных возможностей важно определить сигнальные маркеры, которые в дальнейшем можно будет рекомендовать для использования при ведении селекционной работы в области животноводства [7, 9, 11, 13, 17-20].

На сегодняшний день у лошадей установлено 9 систем групп крови. Наиболее сложной из них является система D, она состоит из 12 аллелей, которые контролируют 14 антигенных факторов: Da, Db, De, Dd, Dc, Df, Dh, Dg, Di, Dk, Dn, Dm, Dl и Do. Эти антигенные факторы связаны между собой и наблюдаются в определенных постоянных, не дающих свободных перекомбинаций, сочетаниях друг с другом [1]. Родители передают своим потомкам комплекс антигенов этой системы, контролируемый аллелями [8, 10].

Цель. Выявление групп крови, аллелей и антигенов эритроцитов, оказывающих влияние на уровень белка в молоке кобыл тяжеловозных пород.

Материалы и методы

Исследования по влиянию групп крови, аллелей и антигенов эритроцитов были проведены на молочно-товарной ферме ЗАО Племенной Завод «Семёновский» республики Марий Эл и в лаборатории клинической диагностики и биохимических исследований кафедры технологии производства продукции животноводства МарГУ. У кобыл русской и литовской тяжеловозных пород был произведен забор крови для характеристики аллелофонда и генетической структуры. Определение групп крови у кобыл русской и литовской тяжеловозных пород проводилось по методическим рекомендациям, разработанным Р. М. Дубровской и И. М. Стародумовым. С помощью моноспецифических сывороток типировали антигены эритроцитов систем А и D групп крови лошадей. Методом семейного анализа установили аллели и генотипы кобыл тяжеловозных пород по системе D групп крови. Используя формулу Харди-Вайнберга путем простого подсчета определяли частоты возникновения генов. По общепринятой методике проводили отбор проб молока кобыл тяжеловозных пород для его исследования на содержание общего белка. Химический состав молока кобыл тяжеловозных пород определяли в лаборатории по контролю качества выпускаемой продукции племенного кумысного комплекса ЗАО ПЗ «Семёновский». Анализ молока на содержание общего белка проводили на анализаторе АМ-2.

Результаты исследования, обсуждение

На рисунке 1 представлен график частоты встречаемости генотипов групп крови системы D у исследуемого поголовья кобыл. Проанализировав частоту встречаемости отдельных генотипов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, их можно подразделить на три группы: наиболее часто встречающиеся ad/dghm (16,28 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и ad/dghm (25,81 %) и de/dghm (25,80 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; средняя частота встречаемости ad/cgm (11,63 %), ad/de (11,63 %), de/dghm (11,63 %), cgm/dghm (9,30 %), de/dk (9,30 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и ad/de (16,13 %), ad/cgm (9,68 %), cegm/dghm (9,68 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; редко встречающиеся ad/ad (4,65 %), ad/cegm (4,65 %), ad/dk (6,98 %), de/cgm (4,65 %), dk/cgm (4,65 %), dk/dghm (4,65 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и bcm/dghm (6,45 %), de/de (6,45 %) у кобыл русской тяжеловозной породы.

В таблице 1 представлены данные, отражающие белковомолочность и группы крови кобыл русской и литовской тяжеловозных пород. Самый

низкий уровень общего белка был отмечен у кобыл литовской тяжеловозной породы с группой крови $D^{ad}D^{ad}$ -1,38%. Кобылы той же породы с другими группами крови имели белковомолочность выше этого показателя на: $D^{dk}D^{dghm}$ – 0,35 %, $D^{dk}D^{cgm}$ – 0,68 %, $D^{de}D^{dk}$ – 0,24 %, $D^{de}D^{dghm}$ – 0,51 %, $D^{de}D^{cgm}$ – 0,10 %, $D^{cgm}D^{dghm}$ – 0,54 %, $D^{ad}D^{dghm}$ – 0,67 %, $D^{ad}D^{de}$ – 0,28 %, $D^{ad}D^{cgm}$ – 0,58 %, $D^{ad}D^{cegm}$ – 0,36 %.

Литовские кобылы с группами крови $D^{dk}D^{cgm}$, $D^{ad}D^{dghm}$, $D^{cgm}D^{dghm}$ имели достоверную разницу (p>0,95 – p>0,999) по уровню белка в сравнении с кобылами, у которых указанные группы крови отсутствовали. Кроме перечисленных выше групп крови, положительно влияло на содержание белка в молоке наличие у кобыл литовской тяжеловозной породы групп крови $D^{de}D^{dghm}$, $D^{ad}D^{ad}$. Присутствие у кобыл групп крови $D^{dk}D^{dghm}$, $D^{de}D^{dk}$, $D^{de}D^{cgm}$, $D^{ad}D^{dk}$, $D^{ad}D^{de}$, $D^{ad}D^{cegm}$, $D^{ad}D^{ad}$ снижало уровень белка в молоке на 0,05-0,42 % по сравнению с кобылами, у которых данных групп не было.

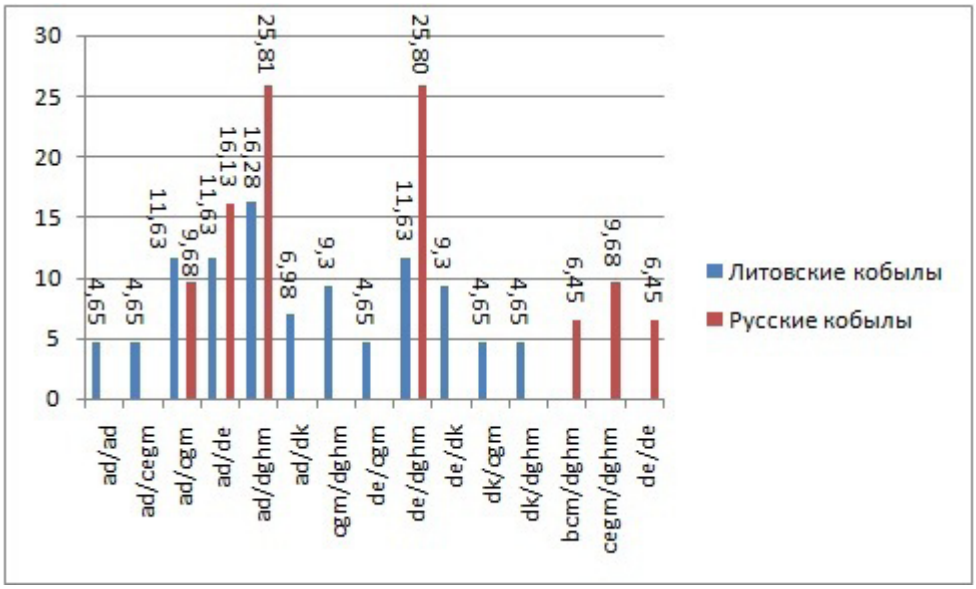


Рис. 1 – Частота встречаемости генотипов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, %.

Таблица 1 – Связь содержания общего белка в молоке с группами крови системы D у кобыл тяжеловозных пород

Порода	Группы крови	Содержание общего белка в молоке, %		
		M±m	σ	Cv, %
Русская	ad/ad	-	-	-
Литовская		1,38±0,29	0,41	29,45
Русская	ad/de	1,74±0,19	0,42	24,21
Литовская		1,65±0,12	0,27	16,52
Русская	ad/dk	-	-	-
Литовская		1,39±0,24	0,49	35,18
Русская	ad/cgm	1,98±0,30	0,52	26,08
Литовская		1,95±0,29	0,18	9,47
Русская	ad/dghm	1,80±0,04	0,12	6,94
Литовская		2,04±0,04	0,09	4,55
Русская	de/de	1,82±0,08	0,11	6,04
Литовская		-	-	-
Русская	de/dghm	1,71±0,13	0,38	22,10
Литовская		1,89±0,05	0,11	5,58
Русская	dghm/bcm	2,13±0,04	0,06	2,82
Литовская		-	-	-
Русская	dk/dghm	-	-	-
Литовская		1,73±0,23	0,33	18,84
Русская	ad/cegm	-	-	-
Литовская		1,74±0,07	0,11	6,05

Продолжение таблицы 1

Русская	cgm/dghm	2,02±0,03	0,05	2,43
Литовская		1,91±0,03	0,07	3,65
Русская	de/cgm	-	-	-
Литовская		1,48±0,02	0,03	2,85
Русская	de/dk	-	-	-
Литовская		1,62±0,28	0,56	34,59
Русская	dk/cgm	-	-	-
Литовская			0,11	5,11
Среднее: Русская тяжеловозная порода		1,83±0,06	0,34	18,44
Среднее: Литовская тяжеловозная порода		1,78±0,05	0,36	20,26

Самое низкое содержание белка в молоке – 1,71 % – оказалось у кобыл русской тяжеловозной породы с группой крови $D^{de}D^{dghm.}$ Кобылы той же породы, у которых группы крови были другие, имели более высокое содержание белка в молоке по сравнению с минимальным уровнем на: $D^{ad}D^{cgm}$ – 0,27%, $D^{ad}D^{de}$ – 0,03 %, $D^{ad}D^{dghm}$ – 0,09 %, $D^{bcm}D^{dghm}$ – 0,42 % (p>0,99), $D^{cegm}D^{dghm}$ – 0,32 % (p>0,99), $D^{de}D^{de}$ – 0,11 %. Средний процент белка в молоке по группе кобыл русской тяжеловозной породы составил 1,83 %. Выше этого значения были показатели по содержанию белка у кобыл, имевших группы крови $D^{ad}D^{cgm}$ – 1,98 %, $D^{bcm}D^{dghm}$ – 2,13 %, $D^{cegm}D^{dghm}$ – 2,02 %.

Было установлено, что содержание белка в молоке повышалось при наличии у кобыл русской тяжеловозной породы групп крови $D^{ad}D^{cgm}$ на 0,21 %, $D^{ad}D^{dghm}$ на 0,01 %, $D^{bcm}D^{dghm}$ на 0,36 %, $D^{cegm}D^{dghm}$ на 0,25 % (p>0,99), $D^{de}D^{de}$ на 0,03% по сравнению с кобылами, не обладавшим данными группами крови. Присутствие у кобыл групп крови $D^{ad}D^{de}$, $D^{de}D^{dghm}$ снижало белковомолочность.

На рисунке 2 представлен график частоты встречаемости аллелей групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозных пород.

Изучив частоту встречаемости отдельных аллелей групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, можно подразделить их на три группы: наиболее часто встречающиеся D^{ad} (28,87 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и D^{dghm} (32,89 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; средняя частота встречаемости D^{cgm} (14,43 %), D^{de} (18,56 %), D^{dghm} (19,59 %), D^{dk} (13,40 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и D^{ad} (23,68 %), D^{de} (22,37 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; редко встречающиеся D^{bcm} (3,09 %), D^{cegm} (2,06 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и D^{bcm} (5,28 %), D^{cegm} (7,89 %), D^{cgm} (7,89 %) у кобыл русской тяжеловозной породы.

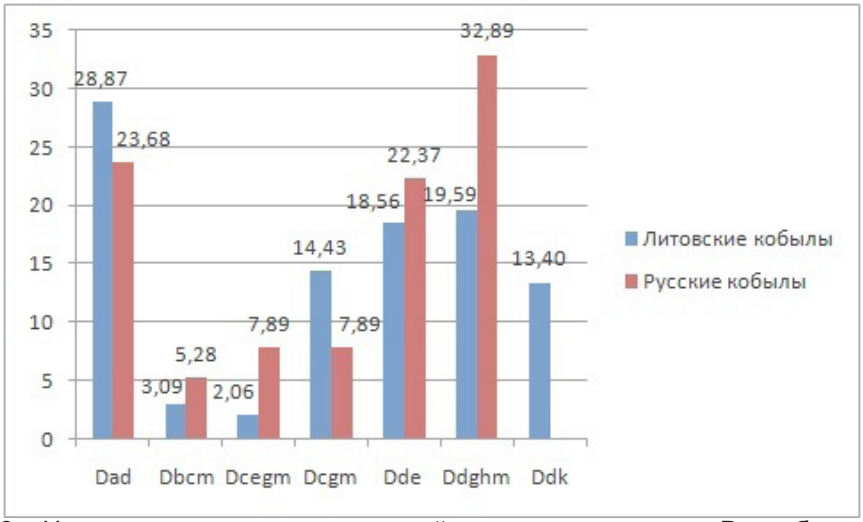


Рис. 2 – Частота встречаемости аллелей групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, %.

Обнаруженные количественные различия по содержанию общего белка между кобылами тяжеловозных пород с разными группами крови могут быть обусловлены влиянием соответствующих аллелей (табл. 2).

Таблица 2 – Связь содержания общего белка в молоке с аллелями групп крови системы D кобыл тяжеловозных пород

Порода	Аллели	Содержание общего белка в молоке, %		
		M±m	σ	Cv, %
Русская	D^{ad}	1,83±0,08	0,33	18,17
Литовская		1,76±0,07	0,37	21,00
Русская	D^{bcm}	2,02±0,07	0,14	6,79
Литовская		1,86±0,10	0,18	9,42
Русская	D^{cegm}	2,02±0,02	0,05	2,48
Литовская		1,74±0,07	0,11	6,05
Русская	D^{cgm}	1,90±0,17	0,43	22,43
Литовская		1,90±0,06	0,22	11,44
Русская	D^{de}	1,73±0,10	0,37	21,43
Литовская		1,70±0,08	0,34	20,19
Русская	D^{dghm}	1,75±0,09	0,42	23,77
Литовская		1,93±0,04	0,17	8,64
Русская	D^{dk}	-	-	-
Литовская		1,63±0,13	0,48	29,70
Среднее: Русская тяжеловозная порода		1,81±0,04	0,37	20,58
Среднее: Литовская тяжеловозная порода		1,79±0,04	0,34	19,07

Самый низкий процент белка в молоке – 1,63 – связан с присутствием у кобыл литовской тяжеловозной породы аллеля D^{dk}. При наличии других аллелей уровень белка в молоке кобыл той же породы был выше минимального на: D^{dghm} – 0,3 % ($p>0,95$), D^{de} – 0,07 %, D^{cgm} – 0,26 % ($p>0,95$), D^{cegm} – 0,11 %, D^{bcm} – 0,23 %, D^{ad} – 0,13 %.

Изучая уровень белка в молоке в зависимости от наличия или отсутствия у кобыл литовской тяжеловозной породы тех или иных аллелей, установили, что присутствие аллелей D^{cgm}, D^{bcm} и D^{dghm} у кобыл повышало содержание белка в молоке, а наличие аллелей D^{dk}, D^{ad}, D^{de} и D^{cegm} – понижало. Кобылы литовской тяжеловозной породы – носительницы аллеля D^{dghm} имели содержание белка в молоке на 0,25 % ($p>0,99$) больше, чем носительницы данного аллеля. У кобыл той же породы, имевших аллель D^{dk}, уровень белка был на 0,2 % ниже, чем у кобыл без этого аллеля.

Группы крови $D^{ad}D^{de}$, $D^{de}D^{dghm}$ у кобыл русской тяжеловозной породы, отрицательно влиявшие на содержание белка в молоке, контролировались аллелями D^{ad}, D^{de}, D^{dghm}, которые действовали в том же направлении.

Кобылы-носители аллелей D^{ad}, D^{bcm}, D^{cegm}, D^{cgm} по сравнению с кобылами, не имевшими этих аллелей, обладали лучшей белковомолочностью.

На рисунке 3 представлен график частоты встречаемости антигенов эритроцитов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозных пород.

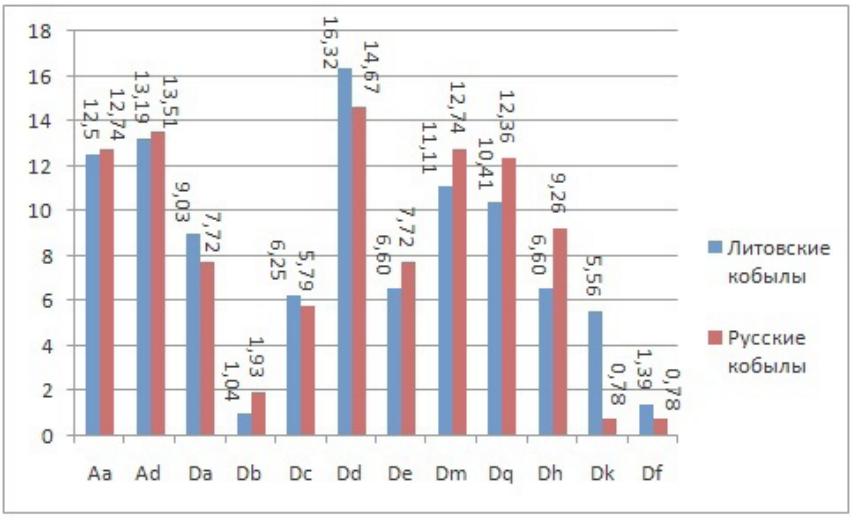


Рис. 3 – Частота встречаемости антигенов эритроцитов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, %.

Изучив частоту встречаемости отдельных антигенов эритроцитов групп крови системы D у кобыл русской и литовской тяжеловозной породы, их можно подразделить на три группы: наиболее часто встречающиеся Ad (13,19 %), Dd (16,32 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и Ad (13,51 %), Dd (14,67 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; средняя частота встречаемости Aa (12,50 %), Da (9,03 %), Dm (11,11 %), Dq (10,41 %) у кобыл литовской тяжеловозной породы и Aa (12,74 %), Dm (12,74 %), Dq (12,36 %), Dh (9,26 %) у кобыл русской тяжеловозной породы; редко встречающиеся Db (1,04 %), Dc (6,25 %), De (6,60 %), Dh (6,60 %), Dk (5,56 %), Df(1,39%)укобыллитовскойтяжеловознойпородыи Da (7,72 %), Db (1,93 %), Dc (5,79 %), De (7,72 %), Dk (0,78 %), Df (0,78 %) у кобыл русской тяжеловозной породы.

Была также установлена связь белковомолочности и антигенов эритроцитов крови (табл. 3).

Таблица 3 – Связь содержания общего белка с антигенным составом эритроцитов крови у кобыл тяжеловозных пород.

Порода	Аллели	Содержание общего белка в молоке, %		
		M±m	σ	Cv, %
Русская	Aa	1,82±0,06	0,33	18,21
Литовская		1,77±0,06	0,36	20,54
Русская	Ad	1,82±0,06	0,34	18,44
Литовская		1,78±0,06	0,36	20,41
Русская	Da	1,81±0,08	0,34	18,51
Литовская		1,76±0,07	0,37	21,00
Русская	Db	1,89±0,13	0,30	15,66
Литовская		1,86±0,10	0,18	9,42
Русская	Dc	1,98±0,08	0,29	14,69
Литовская		1,86±0,05	0,21	11,14
Русская	Dd	1,78±0,07	0,41	22,88
Литовская		1,77±0,05	0,35	19,45
Русская	De	1,80±0,08	0,05	19,15
Литовская		1,71±0,08	0,33	19,17
Русская	Dm	1,80±0,07	0,41	22,65
Литовская		1,90±0,04	0,20	10,73
Русская	Dq	1,80±0,07	0,41	23,00
Литовская		1,90±0,04	0,20	10,76
Русская	Dh	1,75±0,08	0,41	23,53
Литовская		1,93±0,04	0,17	8,64
Русская	Dk	1,40±0,01	0,02	1,08
Литовская		1,65±0,11	0,44	27,02
Русская	Df	1,67±0,21	0,29	17,37
Литовская		1,86±0,07	0,12	6,19
Среднее: Русская тяжеловозная порода		1,81±0,02	0,37	20,75
Среднее: Литовская тяжеловозная порода		1,81±0,02	0,32	17,84

Антиген Dk, контролируемый аллелями D^{dfk} и D^{dk}, связан с самым низким показателем белка в молоке – 1,65 %. Наиболее высокий процент белка – 1,93 – был при наличии у кобыл литовской тяжеловозной породы антигена Dh. Средний показатель белковомолочности по группе составил 1,81%. Выше среднего уровня белка в молоке имели кобылы литовской тяжеловозной породы при наличии антигенов Dm, Db, Dc, Dh, Df и Dg. Эти антигены контролировались аллелями $D^{dfk,}$ D^{dghm}, D^{cgm} и D^{bcm}, которые, в свою очередь, положительно влияли на белковомолочность. При наличии у кобыл литовской тяжеловозной породы вышеперечисленных антигенов заметно повысился процент белка в молоке. Снижение уровня белка в молоке было связано с наличием у кобыл той же породы антигенов Dk, Dc, Da, Ad и Aa.

Анализируя данные, отражавшие связь содержания общего белка молока с антигенами эритроцитов крови, выявили, что антигены Dd, De, Dm, Dg, Dh, контролиремые аллелями D^{ad}, D^{de}, D^{dghm}, снижали показатели белковомолочности у кобыл русской тяжеловозной породы. Высокие показатели содержания белка в молоке связаны с наличием у кобыл той же породы антигенов Dd – 1,89 %, Dc – 1,98 %, Aa – 1,82 %, Ad – 1,82 %. Самый низкий показатель содержания белка – 1,40 % был у кобыл русской тяжеловозной породы с антигеном Dk, по остальным антигенам уровень белка в молоке был выше минимального на: Aa – 0,42 %,

Ad – 0,42 % (p>0,999), Da – 0,41 % (p>0,999), Dd – 0,49 % (p>0,95), Dc – 0,59 % (p>0,999), Dd – 0,38 % (p>0,999), Dm – 0,40 %, Dg – 0,40 %, Dk – 0,40 % (p>0,999), Dh – 0,35 % (p>0,999), Df – 0,28 % (p>0,95).

Содержание белка в молоке увеличивалось при присутствии у кобыл русской тяжеловозной породы антигенов Aa, Ad, Da, Db, Dc, De, Dm, Dg. Кобылы-носители этих антигенов по сравнению с неносителями имели уровень белка выше соответственно на: 0,17 %, 0,23 %, 0,05 %, 0,11 %, 0,31 % (p>0,99), 0,03 %, 0,04 %, 0,03 %. При наличии у кобыл той же породы антигенов Dd, Dh, Dk, Df уровень белка в молоке снижался. У кобыл, не имевших этих генов, белковомолочность была выше соответственно на: 0,21 % (p>0,99), 0,11 %, 0,42 % (p>0,999), 0,13 %.

Заключение

Определен аллелофонд по системе D групп крови литовской и русской тяжеловозных пород, разводимых в ЗАО ПЗ «Семёновский». По системе D групп крови у русских и литовских кобыл определено наличие 19 генотипов из 36 возможных. Для исследуемых кобыл характерна высокая частота встречаемости аллелей D^{ad}, D^{de}, D^{dghm}. Высокая значимость антигенного сходства по системе D групп крови между литовскими и русскими тяжеловозами свидетельствует о генетическом сходстве этих пород. Определена связь содержания общего белка с иммуногенетическими показателями. У литовских тяжеловозных кобыл высокое содержание белка связано с наличием генотипов $D^{dk}D^{cgm}$; у русских тяжеловозов – генотипов $D^{bcm}D^{dghm}$. С учетом выявленных положительных связей иммуногенетических показателей с содержанием в молоке кобыл тяжеловозных пород белка можно рекомендовать использование полученных результатов для корректировки отбора в плане селекционно-племенной работы.

Список литературы

1. Барковская, Д. А. Влияние групп крови системы D на молочную продуктивность лошадей литовской тяжеловозной породы на племенном кумысном комплексе ЗАО ПЗ «Семеновский» / Д. А. Барковская, Е. С. Рыбакова // Студенческая наука и XXI век. – 2019. – Т. 16. – № 1-1(18). – С. 25-27. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45802125

2. Дуйсембаев, К.И. Изменчивость удоя и взаимосвязь его с основными компонентами молока кобыл в условиях стационарной кумысной фермы / К.И. Дуйсембаев, Б.Р. Акимбеков // Метод повышения мясной и молочной продуктивности лошадей и верблюдов. - Алма-Ата, 1982. - С. 95-100. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21464547

3. Карашашева, А.А. Молочная продуктивность кобыл разных генотипов / А.А. Карашашева, Т.Ш. Асанбаев // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей VII междунар. науч.-практ. конф. - Екатеринбург, - 2017. - С. 203-207. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32207055

4. Карелина, О.А. Возрастные аспекты изменения репродуктивной функции жеребцов-производителей / О. А. Карелина, О. А. Федосова, Е. А. Мурашова, А. М. Зайцев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 38-45. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.007. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004294

5. Новоселова, К. С. Молочная продуктивность и генетический потенциал айрширского скота в Республике Марий Эл / К. С. Новоселова, Л. В. Холодова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 224. – С. 158-163. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502221

6. Холодова, Л. В. Антигенный состав крови черно-пестрого скота и его связь с молочной продуктивностью / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова, О. И. Денникова, Н. Э. Секретова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 321-325. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275276

7. Холодова, Л. В. Влияние породы на продолжительность хозяйственного использования и молочную продуктивность кобыл / Л. В. Холодова // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 82-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева Анатолия Алексеевича, Брянск, 26–27 ноября 2020 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2020. – С. 316-319. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44359928

8. Холодова, Л. В. Влияние антигенного состава эритроцитов групп крови на уровень молочной продуктивности коров / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4. – № 2(14). – С. 70-77. – DOI 10.30914/2411-9687-2018-4-2-70-76. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35209035

9. Холодова, Л. В. Использование иммуногенетики в селекции молочного стада Республики Марий Эл / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4. – № 3(15). – С. 69-77. – DOI 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275467

10. Холодова, Л. В. Связь антигенов групп крови с воспроизводительными качествами быков-производителей / Л. В. Холодова, К. С. Новоселова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2. – № 2(6). – С. 51-56. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683980

11. Холодова, Л. В. Селекционно-генетические параметры молочной продуктивности и воспроизводительных качеств кобыл / Л. В. Холодова, А. М. Ямалиева // Состояние, проблемы и перспективы

развития аграрной науки на современном этапе : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 20 февраля 2020 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 108-113. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43144156

12. Уливанова Г.В. Анализ использования генотипирования по полиморфным системам групп крови и белкам молока в племенном и промышленном скотоводстве / Г. В. Уливанова, Г. Н. Глотова, О. А. Федосова, Е. А. Рыданова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 63-69. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.011. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004298

13. Чиргин, Е. Д. Использование генетического потенциала кобыл-долгожительниц Литовской тяжеловозной породы / Е. Д. Чиргин // Современные достижения и актуальные проблемы в коневодстве : Сборник докладов международной научно-практической конференции, Дивово, 14 июня 2019 года. – Дивово: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, 2019. – С. 305-310. – DOI 10.25727/HS.2019.1.35404. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39191876

14. Чиргин, Е. Д. Рост и развитие племенного молодняка лошадей русской тяжеловозной породы в ЗАО "племзавод "Семеновский" / Е. Д. Чиргин, В. Г. Семенов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3(6). – С. 66-71. URL: http://academy21.ru/nauka-i-innovacii/vestnik-chuvashskoj-gsha-nauchnyj-zhurnal

15. Чиргин, Е.Д. Сравнительная молочная продуктивность кобыл русской тяжеловозной породы разных линий / Е.Д. Чиргин, В. Г. Семенов // Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 29 октября 2020 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 649-654. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45588831

16. Чиргин, Е. Д. Формирование кобыл молочного типа в русской тяжеловозной породе / Е. Д. Чиргин, А. В. Онегов, М. А. Ямбулатов // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2. – № 2(6). – С. 56-61. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683981

17. Хуснуллина, Д.Ф. О взаимосвязи между молочной продуктивностью и основными показателями молока лошадей на кумысной ферме ВНИИ коневодства / Д.Ф. Хуснуллина // Коневодство на пороге XXI в. - Дивово, 2001. - С. 76-77. URL: http://earthpapers.net/molochnaya-produktivnost-i-sostav-moloka-kobyl-bashkirskoy-porody-v-netraditsionnyh-usloviyah-soderzhaniya

18. Changes in milk yield, fat and protein mass fractions in mares' milk within 24 hours / E. D. Chirgin, A. V. Onegov, A. I. Strelnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 42046. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/4/042046

19. Chirgin, E. Dependence on the productivity of daughters from Great milk productivity of mother mares / E. Chirgin, V. Semenov // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – P. 25. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140178

20. Chirgin, E. Influence of the type of higher nervous activity on milk and productive longevity of male / E. Chirgin, V. Semenov // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – P. 26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140179

21. Chirgin, E. The influence of stallions on the properties of the udder of daughters / E. Chirgin, V. Semenov, V. Tyurin // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 16 апреля 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – P. 32. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140185

22. Mazhitova, A. T. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season / A. T. Mazhitova, A. A. Kulmyrzaev // Journal of Dairy Science. – 2016. – Vol. 99. – No 4. – P. 2480-2487. – DOI 10.3168/jds.2015-9717. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27896239

RELATIONSHIP OF TOTAL PROTEIN CONTENT IN MILK OF HEAVY BREED MALES WITH BLOOD GROUPS, ALLELES AND ANTIGENS OF ERYTHROCYTES

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

Onegov Andrey V., *Cand. Biol. Sci., Associate Professor, Mari State University, a.onegov@mail.ru*

Strelnikov Artem I., *Postgraduate student, Mari State University, weiserzi13@gmail.com*

Problem and purpose. *To date, the methods used for assessing farm animals, which are based on a comparative analysis of the phenotypic indicators of offspring and their parents, cannot fully satisfy the requirements for agricultural selection. In this regard, in recent years, more and more attention has been paid to the study of polymorphic genetic systems of blood proteins and their use as indicators of the most objective assessment of breeding qualities of farm animals, as well as for the management of breeding processes in the*

field of productive animal husbandry.
Methodology. *The determination of blood groups in mares of Russian and Lithuanian heavy-duty breeds was carried out according to the methodological recommendations developed by R. Dubrovskaya and I. Starodumov. Using monospecific sera, the antigens of red blood cells of the A and D blood groups of horses were typed. By the method of family analysis, alleles and genotypes of mares of heavy-duty breeds were established according to the system of D blood groups. Using the Hardy – Weinberg formula, the frequencies of gene occurrence were determined by simple counting. According to the generally accepted method, the milk of mares of heavy-duty breeds was sampled for its study for the content of total protein. The chemical composition of the milk of mares of heavy-duty breeds was determined in the laboratory for quality control of the products of the breeding kumys complex of CJSC PZ "Semenovsky". The analysis of mare's milk for the total protein content was carried out using the AM-2 analyzer.*
Results. *According to the D blood group system, 19 out of 36 possible genotypes were identified in Russian and Lithuanian heavy draft mares. The studied breeds of mares are characterized by a high frequency of occurrence of alleles D^{ad}, D^{de}, D^{dghm}. The high significance of the antigenic similarity in the D blood group system between the Lithuanian and Russian heavy trucks indicates the genetic similarity of these breeds. The relationship between the total protein content and immunogenetic parameters has been determined. In Lithuanian heavy draft mares, the high protein content is associated with the presence of $D^{dk}D^{cgm}$ genotypes; in Russian heavy trucks of genotypes $D^{bcm}D^{dghm.}$*
Conclusion. *Taking into account the revealed positive relationships of immunogenetic indicators with the content of protein in the milk of mares of heavy draft breeds, it is possible to recommend the use of the results obtained to adjust the selection in terms of selection and breeding work.*
Key words: *protein content in milk, erythrocyte antigens, alleles, genotypes, blood groups, mares.*

Literatura

1. Barkovskaya, D. A. Vliyaniye grupp krovi sistemy D na molochnuyu produktivnost' loshadey litovskoy tyazhelovoznoy porody na plemennom kumysnom komplekse ZAO PZ «Semenovskiy» / D. A. Barkovskaya, Ye. S. Rybakova // Studencheskaya nauka i XXI vek. – 2019. – T. 16. – № 1-1(18). – S. 25-27. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45802125

2. Duysembayev, K.I. Izmenchivost' udoya i vzaimosvyaz' yego s osnovnymi komponentami moloka kobyl v usloviyakh statsionarnoy kumysnoy fermy / K.I. Duysembayev, B.R. Akimbekov // Metod povysheniya myasnoy i molochnoy produktivnosti loshadey i verblyudov. - Alma-Ata, 1982. - S. 95-100. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21464547

3. Karashasheva, A.A. Molochnaya produktivnost' kobyl raznykh genotipov / A.A. Karashasheva, T.SH. Asanbayev // Fundamental'nyye i prikladnyye nauchnyye issledovaniya: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statey VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - Yekaterinburg, - 2017. - S. 203-207. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32207055

4. Karelina O.A. Vozrastnyye aspekty izmeneniya reproduktivnoy funktsii zherebtsov-proizvoditeley / O. A. Karelina, O. A. Fedosova, Ye. A. Murashova, A. M. Zaytsev // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2020. – № 1(45). – S. 38-45. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.007. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004294

5. Novoselova, K. S. Molochnaya produktivnost' i geneticheskiy potentsial ayrshirskogo skota v Respublike Mariy El / K. S. Novoselova, L. V. Kholodova // Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana. – 2015. – T. 224. – S. 158-163. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502221

6. Kholodova, L. V. Antigennyy sostav krovi cherno-pestrogo skota i yego svyaz' s molochnoy produktivnost'yu / L. V. Kholodova, K. S. Novoselova, O. I. Dennikova, N. E. Sekretova // Aktual'nyye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaystva. – 2018. – № 20. – S. 321-325. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275276

7. Kholodova, L. V. Vliyaniye porody na prodolzhitel'nost' khozyaystvennogo ispol'zovaniya i molochnuyu produktivnost' kobyl / L. V. Kholodova // Aktual'nyye problemy veterinarii i intensivnogo zhivotnovodstva : Materialy natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 82-letiyu so dnya rozhdeniya Zasluzhennogo rabotnika vysshey shkoly RF, Pochotnogo professora Bryanskoy GSKHA, doktora veterinarnykh nauk, professora Tkacheva Anatoliya Alekseyevicha, Bryansk, 26–27 noyabrya 2020 goda. – Bryansk: Bryanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2020. – S. 316-319. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44359928

8. Kholodova, L. V. Vliyaniye antigennogo sostava eritrotsitov grupp krovi na uroven' molochnoy produktivnosti korov / L. V. Kholodova, K. S. Novoselova // Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskiye nauki. – 2018. – T. 4. – № 2(14). – S. 70-77. – DOI 10.30914/2411-9687-2018-4-2-70-76. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35209035

9. Kholodova, L. V. Ispol'zovaniye immunogenetiki v selektsii molochnogo stada Respubliki Mariy El / L. V. Kholodova, K. S. Novoselova // Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskiye nauki. – 2018. – T. 4. – № 3(15). – S. 69-77. – DOI 10.30914/2411-9687-2018-4-3-69-76. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36275467

10. Kholodova, L. V. Svyaz' antigenov grupp krovi s vosproizvoditel'nymi kachestvami bykov-proizvoditeley / L. V. Kholodova, K. S. Novoselova // Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskiye nauki. – 2016. – T. 2. – № 2(6). – S. 51-56. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683980

11. Kholodova, L. V. Selektsionno-geneticheskiye parametry molochnoy produktivnosti i vosproizvoditel'nykh kachestv kobyl / L. V. Kholodova, A. M. Yamaliyeva // Sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki na sovremennom etape : Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Cheboksary, 20 fevralya 2020 goda. – Cheboksary: Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2020. – S. 108-113. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43144156

12. Ulivanova G.V. Analiz ispol'zovaniya genotipirovaniya po polimorfnym sistemam grupp krovi i belkam moloka v plemennom i promyshlennom skotovodstve / G. V. Ulivanova, G. N. Glotova, O. A. Fedosova, Ye. A. Rydanova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2020. – № 1(45). – S. 63-69. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.011. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43004298

13. Chirgin, Ye. D. Ispol'zovaniye geneticheskogo potentsiala kobyl-dolgozhitel'nits Litovskoy tyazhelovoznoy porody / Ye. D. Chirgin // Sovremennyye dostizheniya i aktual'nyye problemy v konevodstve : Sbornik dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Divovo, 14 iyunya 2019 goda. – Divovo: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut konevodstva, 2019. – S. 305-310. – DOI 10.25727/HS.2019.1.35404. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39191876

14. Chirgin, Ye. D. Rost i razvitiye plemennogo molodnyaka loshadey russkoy tyazhelovoznoy porody v ZAO "plemzavod "Semenovskiy" / Ye. D. Chirgin, V. G. Semenov // Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – 2018. – № 3(6). – S. 66-71. URL: http://academy21.ru/nauka-i-innovacii/vestnik-chuvashskoj-gsha-nauchnyj-zhurnal

15. Chirgin, Ye.D. Sravnitel'naya molochnaya produktivnost' kobyl russkoy tyazhelovoznoy porody raznykh liniy / Ye.D. Chirgin, V. G. Semenov // Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya veterinarnoy i zootekhnicheskoy nauki : Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Cheboksary, 29 oktyabrya 2020 goda. – Cheboksary: Chuvashskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2020. – S. 649-654. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45588831

16. Chirgin, Ye. D. Formirovaniye kobyl molochnogo tipa v russkoy tyazhelovoznoy porode / Ye. D. Chirgin, A. V. Onegov, M. A. Yambulatov // Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskiye nauki. – 2016. – T. 2. – № 2(6). – S. 56-61. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26683981

17. Khusnullina, D.F. O vzaimosvyazi mezhdu molochnoy produktivnost'yu i osnovnymi pokazatelyami moloka loshadey na kumysnoy ferme VNII konevodstva / D.F. Khusnullina // Konevodstvo na poroge XXI v. - Divovo, 2001. - S. 76-77. URL: http://earthpapers.net/molochnaya-produktivnost-i-sostav-moloka-kobyl-bashkirskoy-porody-v-netraditsionnyh-usloviyah-soderzhaniya

18. Changes in milk yield, fat and protein mass fractions in mares' milk within 24 hours / E. D. Chirgin, A. V. Onegov, A. I. Strelnikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 42046. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/4/042046

19. Chirgin, E. Dependence on the productivity of daughters from Great milk productivity of mother mares / E. Chirgin, V. Semenov // Perspektivy razvitiya agrarnykh nauk : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Cheboksary, 16 aprelya 2021 goda. – Cheboksary: Chuvashskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021. – P. 25. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140178

20. Chirgin, E. Influence of the type of higher nervous activity on milk and productive longevity of male / E. Chirgin, V. Semenov // Perspektivy razvitiya agrarnykh nauk : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Cheboksary, 16 aprelya 2021 goda. – Cheboksary: Chuvashskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021. – P. 26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140179

21. Chirgin, E. The influence of stallions on the properties of the udder of daughters / E. Chirgin, V. Semenov, V. Tyurin // Perspektivy razvitiya agrarnykh nauk : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Cheboksary, 16 aprelya 2021 goda. – Cheboksary: Chuvashskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021. – P. 32. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46140185

22. Mazhitova, A. T. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season / A. T. Mazhitova, A. A. Kulmyrzaev // Journal of Dairy Science. – 2016. – Vol. 99. – No 4. – P. 2480-2487. – DOI 10.3168/jds.2015-9717. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27896239

УДК 631.452:631.47 DOI 10.36508/RSATU.2021.99.62.012

К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ

УШАКОВ Роман Николаевич, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, r.ushakov1971@mail.ru*

РУЧКИНА Анастасия Владимировна, *ст. преп. кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, nasni91@gmail.com*

ЕЛИЗАРОВ Андрей Олегович, *аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, Elder-1@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является определение структуры взаимосвязей между почвенными параметрами и сводного показателя качества почвы. В статье рассмотрено значение для плодородия почвы взаимосвязи количественной размерности каждого из его показателей в отдельности и от степени приближения к оптимальным соотношениям между ними в едином, целостном проявлении.*

Методология. *Работа выполнена по материалам агрохимического обследования агросерой тяжелосуглинистой почвы. Были проанализированы обменная кислотность, подвижные формы калия и фосфора, гумус и сумма обменных оснований и рассчитанный в соответствии с ними бонитет. Объем выборки 68. В нулевую группу (группа 0) вошли все значения бонитета со значением меньше 60 ед., в первую (группа 1) – значения больше 60 ед.*

Результаты. *Установлено, что вклад обменной кислотности и фосфора в первую главную компоненту, на долю которой приходится около 39 % всей дисперсии, максимальный – 0,7 и 0,84 ед. соответственно. Гумус и калий положительно связаны со второй компонентой (29 % дисперсии), их вклад составляет 0,7 и 0,81 ед. соответственно. Обменная кислотность и фосфор играют определяющую, но не исключительную роль в формировании бонитета. Далее идут калий и гумус. Несмотря на повышенное и высокое в среднем значение калия и фосфора, не низкое для агросерых почв содержание гумуса, можно считать, что их комбинации в почве не всегда оптимальные.*

Заключение. *Приемлемая оценка почвенного плодородия достигается при обменной кислотности не ниже 5,2-5,4 ед., при содержании подвижных форм калия и фосфора не ниже 125-143 мг/кг и 170-194 мг/кг соответственно. К сожалению, оценка приведена на ограниченном наборе почвенных показателей. Не отражена роль азота и гумуса. Это не означает, что они незначимы. Для описанного выше конкретного случая роль гумуса оказалась завуалированной чрезмерно высокой обеспеченностью агросерой почвы фосфором и калием, что характерно для почв агрохолдингов.*

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

Введение

Потенциал плодородия зависит главным образом не от количественной размерности каждого из его показателей в отдельности, а от степени приближения к оптимальным соотношениям между ними в едином, целостном проявлении. Представить комплексную оценку позволяет расчет сводного показателя качества почвы (СПКП – бонитет) (он является интегральным показателем комплексной оценки для информационного управления плодородием почв). Естественно, что при прочих равных климатических, орологических, гидрологических и других условиях почвы с неудовлетворительными свойствами имеют невысокий бонитет.

На практике нередко возникают ситуации (в особенности в агрохолдингах), когда интенсивное применение минеральных удобрений приводит к увеличению элементов питания до высших классов обеспеченности, повышению урожайности, как следствие – росту бонитета. Но на деле ценность его от этого снижается, т.к. слабо учитываются другие составляющие плодородия, пространственный фактор. Примерами могут быть высокая обеспеченность почвы фосфором и калием на фоне низкого содержания гумуса, высокой кислотности. Если подобные соотношения, выраженные в несовпадении оптимальных условий в максимальном наборе почвенных свойств, проявляются часто, то в разрезе всего почвенного покрова СПКП не может быть высоким.

Для интегрального выражения свойств и их оценки используется СПКП, который меняется под воздействием разных факторов. Факторный анализ (ФА) дает возможность выявить эти показатели, проанализировать полученные данные, исследовать степень их влияния. Формализация знаний о СПКП почв и роли (месте) почвенных свойств в его формировании, представленная в форме структурных связей, имеет существенное значение для научного понимания вопросов почвенного плодородия, решения практических задач оценки качества земли. Одним из методов решения указанных вопросов является применение метода главных компонент, который направлен не только на извлечение нужной информации из всего ее разнообразия, но и определение структурных взаимосвязей [1,2]. Данный метод находит свое применение для обработки информации по почвам [3-14], другим объектам [15-18].

Цель исследований – определение структуры взаимосвязей между почвенными параметрами и СПКП.

© Ушаков Р. Н., Ручкина А. В., Елизаров А. О., 2021 г.

Условия, материалы и методы исследований

Работа выполнена по материалам агрохимического обследования на агросерых почвах. На пашне выделялись элементарные участки площадью 5-8 га, которые были отдельно-обрабатываемыми. Из каждого элементарного участка был отобран один смешанный почвенный образец, состоящий из 20-45 индивидуальных проб.

В смешанных почвенных образцах определяли: подвижный фосфор и обменный калий по Кирсанову (ГОСТ 26204-91); pH_{KCl} по ГОСТ 26483-85; гумус по Тюрину (ГОСТ 26213-91); сумму поглощенных оснований по ГОСТ 26821-88.

Проводили объединение всех смешанных почвенных образцов: объем выборки составил 68. Значения медианы и моды бонитета составили около 60 ед. (табл. 1), поэтому группировку проводили по числовой границе меньше (группа 0) и больше (группа 1) 60 ед.

В нулевую группу (группа 0) вошли все значения СПКП меньше 60 ед., в первую (группа 1) – значения больше 60 ед. Высокое значение бонитета обусловлено высокой обеспеченностью агросерой почвы фосфором и калием. Таким образом, СПКП характеризуется пятью переменными. Использован программный продукт STATISTICA.

Результаты исследований

Пространственная вариация свойств агросерой почвы достаточно широкая. Например, обменная кислотность изменяется в диапазоне 4,3-5,2 ед., подвижный фосфор – 77-257 кг/га, подвижный калий – 65-251 кг/га (табл.1). Минимальное значение гумуса составляет 2,2 %, максимальное – 5,6 %. Разница по кальцию и магнию составляет 4,8 мг.экв/100 г и 11 мг.экв/100 г соответственно. По этой причине значение бонитета варьирует – 55-100 ед. Судя по границам доверительного интервала, основной массив данных по pH лежит в пределах 5,1-5,3 ед., по подвижному фосфору – 185-211 мг/кг, что говорит о высокой обеспеченности, по подвижному калию – 124- 145 мг/кг (повышенная обеспеченность). Доверительный интервал для гумуса – 3,1-3,4 %. При этом, как видно из таблицы 1, для фосфора и калия характерна относительно высокая вариация – 27,34 и 20 % соответственно. Высокая вариация (около 26%) отмечается по сумме оснований. Это обусловлено значительной пространственной вариабельностью магния. Его минимальное значение составляет 2 мг экв/100 г почвы, максимальное – 13 мг экв/100 г. Отсюда наибольшее значение по сравнению с другими показателями коэффициента вариации – около 61 %.

По фосфору чаще всего (9 раз) в совокупности данных встречается очень высокое значение – 254 мг/кг (мода) при существенно меньших, но высоких значениях средней (198,2 мг/кг) и медианы (203,5 мг/кг). По калию мода (100 мг/кг) соответствует среднему классу обеспеченности, среднее значение (135 мг/кг) и медиана (124 мг/кг) – повышенной обеспеченности. Это свидетельствует об их контрастной пространственной вариабельности в хозяйстве. Об этом можно также судить по частотному распределению данных. Так, в 36,8 % случаев значение подвижного фосфора лежит в диапазоне 240-260 мг/кг. Отсюда и соответствующие необоснованно завышенные значения СПКП: в 54 % случаев они находятся в диапазоне 95-100 ед. Это не может соответствовать истинному положению дел, т.к., например, при таких значениях СПКП содержание гумуса в 50 % случаев ниже 3 %.

По причине высокой обеспеченности агросерой почвы фосфором и калием завышенное значение СПКП не отражает высокий уровень плодородия.

Таблица 1 – Описательная статистика почвенных показателей

Параметр	Средняя	Доверительный интервал – 95%+ 95%		Медиана	Мода	Min	Max	Ст. откл.	Коэффициент вариации	Ст. ошибка
pH	5,2	5,1	5,3	5,1	5,1	4,3	6,1	0,4	8,2	0,1
Гидролитическая кислотность		1,6	1,8	1,7	1,6	0,5	2,9	0,5	31,5	0,1
Фосфор, мг/кг	198,2	185,4	211,1	203,5	254	77,0	257,0	53,1	26,8	6,4
Калий, мг/кг	135,1	123,9	146,3	124,0	100	65,0	251,0	46,4	34,3	5,6
Гумус, %	3,2	3,1	3,4	3,1	Множественная	2,2	5,6	0,6	20,1	0,1
Кальций ,мг экв/100 г.	10,8	10,6	11,0	10,7	10,3	8,9	13,7	1,0	8,9	01
Сумма оснований, мг экв/100 г.	17,8	16,7	18,9	19,6	21,7	11,4	26,3	4,6	25,7	0,6

Как уже было сказано, формализация знаний о СПКП почв и роли почвенных свойств в его формировании, представленная в форме структурных связей, имеет существенное значение для научного понимания вопросов почвенного плодородия, решения практических задач оценки качества земли.

Одним из методов решения указанных вопросов является применение факторного анализа, который направлен не только на извлечение нужной информации из всего ее разнообразия, но и на определение структурных взаимосвязей. При проведении факторного анализа были исключены показатели – кальций, магний, сумма обменных оснований.

Для начала необходимо сделать проверку наличия или отсутствия корреляции. Расчет корреляционной матрицы установил наличие положительной связи бонитета с pH, подвижными формами калия и фосфора. Связь с гумусом отсутствует. Отмечаются положительные связи между pH и подвижным фосфором и калием. Между фосфором и калием связь слабая (r=0,34). Это объясняется интенсивным применением фосфорных и калийных удобрений в хозяйстве, на фоне которого выявление связи между элементами питания и гумусом невозможно.

При первом приближении можно заметить, что в основе расчета бонитета лежат в основном данные по элементам питания. Роль гумуса принижена и/или она скрытая. Необходим более детальный анализ.

Как известно, извлечение факторов (факторизация) заключается в отборе взаимодействующих переменных, взаимная корреляция которых задаёт наибольшую долю общей дисперсии. Данные переменные создают первый фактор. Из четырех собственных факторов первые два (отражают максимум изменчивости) имеют собственное значение более 1, в сумме они составляют около 68 % дисперсии. Третий фактор имеет собственное значение около 1, и его доля в дисперсии составляет около 19 %.

В целом полученная факторная модель не совсем удачная. Например, факторные нагрузки относительно высоки (хотя и меньше порогового значения 0,7) в двух факторах одновременно. Это характерно для всех показателей, что подтверждается матрицей остаточной корреляции, в которой значения коэффициентов корреляции оставались относительно высокими. Поэтому неслучайно, что на долю 3-го и 4-го факторов приходится 34 % всей дисперсии. Факторный анализ показал скрытое, не учтённое влияние других условий на СПКП.

На основе уравнений линейной регрессии первых двух извлеченных факторов с почвенными свойствами, последние были скорректированы. При этом средние значения остались прежними (табл. 2).

Со скорректированными значениями почвенных свойств первый фактор объясняет уже 60,2 % общей вариации, при этом, как и прежде, наибольший вклад обеспечивают pH и подвижный фосфор. Второй фактор объясняет около 49 % всей дисперсии с наибольшими вкладами гумуса и калия. В сумме на два фактора приходится 100 % всей изменчивости.

Таблица 2 – Скорректированные значения почвенных свойств на основе извлеченных первых двух факторов в факторном анализе

Группа бонитета	Исходное значение	Предсказанное значение	Остаток	Исходное значение	Предсказанное значение	Остаток	Исходное значение	Предсказанное значение	Остаток	Исходное значение	Предсказанное значение	Остаток
	pH			Фосфор			Калий			Гумус		
Минимальное значение	4,3	4,4	-0,6	77	80	-58	70	84	-34	2,2	2,4	-0,5
Максимальное значение	6,1	5,7	0,8	243	230	46	195	176	41	3,9	4,0	0,5
Медиана	5,0	5,1	-0,0	163	164	2	110	115	-0	2,9	2,9	0,0

До корректировки данных 32 % информации было скрыто, можно было предположить, что не были учтены другие параметры плодородия. Однако, если и присутствует доля неучтенных условий, то она априори не может быть высокой. Причиной плохой классификации может быть плохая исходная факторная модель (при нормальном распределении данных). Это может быть связано с отсутствием оптимальных с точки зрения комплексной оценки плодородия соотношений между почвенными свойствами.

Метод главных компонент направлен не только на редукцию данных без потери ценной информации, но и на изучение взаимосвязей между значениями переменных (в нашем случае почвенных свойств). В отношении почвенных свойств это особенно важно, т.к. все они являются структурными элементами плодородия, поэтому исключение какого-либо из них неприемлемо. При рассмотрении первой главной компоненты, на долю которой приходится 37 % всей дисперсии, оказалось, что наиболее различающимися группами

при варианте №5 были первая (бонитет = 73, табл. 2) с коэффициентом собственного вектора (КСВ) 0,75 и третья (бонитет = 95), КСВ= -0,43 (табл. 3). Наибольший вклад в формирование различий по этой компоненте вносят V и Нг (КСВ =0,91; вклад 37 %), далее p_{HKCl} (КСВ = -0,63, вклад – 17%) и P_2O_5 (КСВ = -0,37, вклад – 6%, табл. 4). Вторая главная компонента описывает около 26 % информации по группировке. По ней максимальные различия между первой и третьей группами обусловлены элементами питания (КСВ = 0,74-0,83), вклад 35-44 % (табл. 4). Роль гумуса отражена в третьей компоненте, объясняющей 17 % всей дисперсии. При КСВ 0,96 вклад органического вещества составляет 90 %. Наибольший вклад (62 %) p_{HKCl} установлен по четвертой компоненте сдолей дисперсии 10 %.

Итак, если бы все почвенные параметры достоверно разделяли бонитет на три группы со значениями 73,86 и 95 единиц, то на первые две компоненты приходилось бы всего 63 % дисперсии. Это мало. При этом отмечается разброс данных по компонентам с невысокой дисперсией. Например, высокий вклад гумуса 90 % отражается в компоненте с общей вариацией всего 17 %.

Аналогично по pH_{KCl} и K_2O. Возникла необходимость в сжатии информации. Для этого еще раз была проведена корректировка группировки (вариант №6) на основе прогнозируемых значений трех групп, полученных по регрессионным равнениям зависимости групп от КСВ четырех главных компонент в МГК. Качество классификации почвенных свойств определяли с помощью дискриминантного анализа (ДА).

Таблица 3 – Коэффициенты собственного вектора (КСВ) при разделении на группы

При группировке по варианту №5	Компонент 1	Компонент 2	Компонент 3	Компонент 4
1	0,75	-0,88	0,28	0,18
2	0,16	-0,14	0,32	0,03
3	-0,43	0,45	-0,42	-0,10

Таблица 4 – Характеристика главных компонент на варианте №5

Компонент	Собственное число	% Общей вариации	Коэффициент собственного вектора для почвенных свойств/вклад, %					
			pH_{KCl}	Нг, мгэкв/100 г	K_2O, мг/кг	Гумус, %	P_2O_5, мг/кг	V,%
1	2,22	37	-0,63/17	0,91/37	0,08/0	0,08/0	-0,37/6	-0,91/37
2	1,58	26	0,42/11	0,27/5	0,83/44	0,15/1	0,74/35	-0,24/4
3	1,03	17	0,16/2	0,08/1	-0,12/1	-0,96/90	0,15/2	-0,18/3
4	0,60	10	-0,61/62	-0,19/6	0,33/18	-0,17/5	0,13/3	0,18/5

Для определения роли почвенных свойств была использована классификация на основе кластерного анализа.

Максимальные и минимальные значения скорректированной pH практически не отличаются от исходной pH. В целом интегральная оценка плодородия не ухудшится, если максимальное содержание подвижного фосфора уменьшить на 13 мг/кг, подвижного калия – на 19 мг/кг.

В то же время, в особенности по калию, можно определить его минимальное значение – 70 мг/кг. В 45 % всех наблюдений содержание фосфора меньше 200 мг/кг, при корректировке их стало 85 %, по калию – меньше 150 кг/га – 65 и 85 % соответственно. При этом на СПКП, т.е. плодородие, увеличение доли почв с уменьшенными значениями содержания фосфора и калия не повлияло. Это позволит существенно сэкономить на применении минеральных удобрений.

Роль обменной кислотности (при увеличении ее до 5 и выше), оцененная через СПКП, сильнее всего проявляется на фоне снижения в почве калия и фосфора, т.к. в этом случае СПКП возрастает на 21 % (45-57 ед.) (табл. 5). На фоне увеличения элементов вклад обменной кислотности составляет всего 6 %. В случае, если в почве кислотность выше 5 и ниже 5 ед., снижение содержания подвижного калия на фоне высоких значений фосфора понизит оценку на 9-10 % (СПКП уменьшится 65-59 ед. и 61-56 ед. соответственно). Снижение фосфора ниже 200 мг/кг на фоне содержания калия выше 150 кг/га не приводит к снижению СПКП, что указывает на необоснованно завышенную обеспеченность агросерой почвы данным элементом, что еще раз указывает на несбалансированность элементов плодородия.

Таблица 5 – Влияние некоторых почвенных свойств на плодородие агросерой почвы

Группа по калию	Группа по фосфору	Группа по pH	Бонитет	Стан. ошибка бонитета	Доверительный интервал -95%+ 95%	
< 150 мг/кг	< 200 мг/кг	> 5	57	1,6	81,8	88,6

Продолжение таблицы 5

< 150 мг/кг	< 200 мг/кг	< 5	45	2,5	63,7	74,0
< 150 мг/кг	> 200 мг/кг	> 5	59	1,7	84,7	91,7
< 150 мг/кг	> 200 мг/кг	< 5	56	2,7	78,5	89,6
> 150 мг/кг	< 200 мг/кг	> 5	64	3,0	89,9	102,1
> 150 мг/кг	< 200 мг/кг	< 5	57	3,9	79,1	94,8
> 150 мг/кг	> 200 мг/кг	> 5	65	1,7	94,6	101,6
> 150 мг/кг	> 200 мг/кг	< 5	61	6,7	78,4	105,5

Необходим поиск приемлемого для конкретных условий (табл. 1) агрохимического состояния агросерой почвы. Он был выполнен с помощью кластерного анализа скорректированных после редукции завышенных значений фосфора и калия и извлечения информации о почвенных свойствах двумя главными факторами (факторный анализ). Результаты представлены в таблице 6. Приемлемая оценка (не плохая и не хорошая) почвенного плодородия достигается при обменной кислотности не ниже 5,2-5,4 ед., содержании подвижных форм калия и фосфора не ниже 125-143 мг/кг и 170-194 мг/кг соответственно. К сожалению, оценка приведена на ограниченном наборе почвенных показателей. Не отражена роль азота и гумуса. Это не означает, что они незначимы. Для описанного выше конкретного случая роль гумуса оказалась завуалированной чрезмерно высокой обеспеченностью элементами питания, изначально плохой факторной моделью.

Таблица 6 – Оптимальная структура почвенного плодородия

Кластер (балл)	pH				Подвижный фосфор				Подвижный калий				Гумус			
	Хср	Ст. ошибка	- 95%	+ 95%	Хср	Ст. ошибка	- 95%	+ 95%	Хср	Ст. ошибка	- 95%	+ 95%	Хср	Ст. ошибка	- 95%	+ 95%
0	5,3	0,0	5,2	5,4	182	6,0	170	194	134	4,3	125	143	3,1	0,09	2,9	3,3
1	4,8	0,1	4,7	4,9	140	7,2	125	154	96	5,1	85	106	3,1	0,10	2,8	3,3

Заключение

Обменная кислотность, подвижные формы калия и фосфора, а также гумус имеют равноценное значение для бонитета, следовательно, для почвенного плодородия. Факторный анализ при всех его недостатках при выявлении структурных связей между переменными при некоторых допущениях можно использовать для понимания комплексности почвенного плодородия. Его можно оценить через бонитет. В нашем случае обменная кислотность и фосфор играют определяющую, но не исключительную роль в формировании бонитета. Далее идут калий и гумус. По-видимому, основной фактор (на его долю приходится 39 % всей дисперсии) можно интерпретировать как более интенсивное использование фосфорных удобрений в хозяйстве, улучшение обеспеченности серой лесной почвы фосфором, в том числе и по причине подкисления (в среднем обменная pH классифицируется как слабокислая). Отсутствие гумуса и калия в основном факторе, которые могли бы существенно увеличить долю дисперсии, указывает на слабое проявление оптимальных комбинаций почвенных условий по элементам питания и гумуса. Гумус и калий были включены во второй фактор с долей дисперсии всего 29 %. Вариативность бонитета менее выражена от этих показателей. Несмотря на повышенное и высокое в среднем значение калия и фосфора, не низкое для агросерых почв содержание гумуса, можно считать, что их комбинации в почве не всегда оптимальны. В количественном измерении почвенные параметры не в оптимальных соотношениях друг с другом. К сожалению, оценка приведена на ограниченном наборе почвенных показателей. Не отражена роль азота и гумуса. Это не означает, что они незначимы. Для описанного выше конкретного случая роль гумуса оказалась завуалированной чрезмерно высокой обеспеченностью элементами питания, изначально плохой факторной моделью. После корректировки исходной матрицы приемлемая оценка почвенного плодородия достигается при обменной кислотности не ниже 5,2-5,4 ед., содержании подвижных форм калия и фосфора не ниже 125-143 мг/кг и 170-194 мг/кг соответственно.

Список литературы

1. Колемаев, В.А. Эконометрика : учеб. для студентов вузов по специальности 061800 «Мат. методы в экономике». / В.А. Колемаев. М.: ЮНИТИ, 2005. 160 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19771726

2. Волков, Д.А. Преодоление проблемы мультиколлинеарности при решении задач многомерной калибровки в экспертных системах / Д.А. Волков, В.В. Навоев// Теоретические и практические проблемы развития современной науки. Сборник материалов 6-й международной научно-практической конференции. 2014. С. 36 – 38. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23475203&pff=1

3. Федоров, Б.А. Построение многофактор-

ных регрессионных моделей для оценки свойств торфяной залежи и торфа методом главных компонент/Б.А. Федоров // Вестник Тверского государственного технического университета. 2007. № 12. С. 148 – 150. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23124747

4. Липатов, Д.Н. Пространственное варьирование свойств торфяных почв в нефтегазодобывающем регионе на северо-востоке о. Сахалин/Д.Н. Липатов, А.И. Щеглов, Д.В. Манахов, Ю.А. Завгородняя, М.С. Розанова, П.Т. Брехов // Почвоведение. 2017. № 7. С. 874 – 885. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29404723

5. Гиниятуллин, К.Г. Использование кластерного и дискриминантного анализов для диагностики литологической неоднородности почвообразующей породы по гранулометрическому составу/К.Г. Гиниятуллин, А.А. Валеева, Е.В. Смирнова// Почвоведение. 2017. № 8. С. 946 – 953. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29811506

6. Горянин, О.И. Поддержим плодородие пашни / О.И. Горянин, А.П. Чичкин, Б.Ж. Джангабаев // Агро-Информ. – 2017. – №5 (223). – С. 19-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29393270

7. Ушаков, Р.Н. Устойчивость почвы – современный взгляд на проблему / Р.Н. Ушаков, А.В. Кобелева, Н.А. Головина // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции 12 декабря 2016 г. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2016. – С. 208–213. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=28106002

8. Черкасов, Е.А. Динамика агрохимических показателей плодородия черноземов Ульяновской области за 2000-2015 гг. / Е.А. Черкасов, А.Х. Куликова // Почвоведение –продовольственной и экологической безопасности страны тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с международным участием-научной конференции. – 2016. – С. 135-136. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27501344

9. Козлова, Т.Е. Бонитировка почв и качественная оценка земель в ООО «Авангард» Рязанского района/ Т.Е. Козлова, Р.Н. Ушаков // В сборнике: Теория и практика современной аграрной науки. Сборник III национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием. – 2020. – С. 107-109. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42654315

10. Савич.К.В. Оценка земель / К.В. Савич, Н.Н. Мельник, П.Ю. Карауш, А.К. Саидов // Плодородие. - 2010. - №1 (52). - С. 38–39.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=13078471

11. Реймова, Ф.Н. Роль и значение бонитировки почв [Текст] / Ф.Н. Реймова, Ш. Куанышбаева, Н. Куанышбаев // Мировая наука. – 2019. – № 6 (27). – С. 391-393.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39147924

12. Холодов, В.А. Интерпретация данных агрегатного состава типичных черноземов разного вида использования методами кластерного анализа и главных компонент/ Холодов В.А., Ярославцева Н.В., Лазарев В.И., Фрид А.С. // Почвоведение. 2016. № 9. С. 1093 – 1100. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26368217

13. Рожков, В.А. Классификация почв – не место для дискуссий/В.А. Рожков // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. № 72. С. 47 – 64.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20505232

14. Седых, В.А. Интегральная оценка бонитета почв сельскохозяйственных угодий/В.А. Седых, Р.Ф. Байбеков, К.В. Савич, Т.В. Доронкина // Земледелие. 2018. № 6. С. 18 – 20.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36453177

15. Bakulina G., Fedoskin V., Pikushina M., Kukhar V., Kot E. Factor analysis models in enterprise costs management // International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. 2020. Т. 14. С. 232 – 240.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43297042

16. Clayden N.J., Lehnert R.J., Turnock S. Factor analysis of time domain nmr data : crystallinity jf poly (tetrafluorethene) // Analytica Chimica Acta. 1997. Т. 344. № 3. С. 261 – 269.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=260093

17. Hadas A., Sagiv B., Haruvy N., Agricultural practices, soil fertility management modes and resultant nitrogen leaching rates under semi-arid conditions, Agricultural Water Management. 1999. Т. 42. № 1. С. 81-95., URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=149794

18. Bjarnason S., Turnover of organic nitrogen in agricultural soils and the effects of management practices on soil fertility, dissertation, 1989, URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=6842621

19. Mirkin B.M., SuyundukovYa.T., Khaziakhmetov R.M., KhazievF.Kh., Soil fertility management: an agroecosystem approach, Eurasian Soil Science. 2002. Т. 35. № 2. С. 203-209, URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=13400022

ON THE ISSUE OF INFORMATION MANAGEMENT OF SOIL FERTILITY

Ushakov Roman N., *doctor of agricultural sciences, professor of the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, r.ushakov1971@mail.ru*

Ruchkina Anastasia V., *Senior Lecturer at the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, nasni91@gmail.com*

Elizarov Andrey O., *aspirant of the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva,*

Elder-1@yandex.ru

Problem and purpose. *The purpose of this study is to determine the structure of the relationship between soil*

parameters and the composite indicator of soil quality. The article considers the significance of the relationship for the soil fertility of the relationship of the quantitative dimension of each of its indicators separately and from the degree of approximation to the optimality of the relationships between them in a single, holistic manifestation.

Methodology. *The work was carried out on the basis of materials of agrochemical survey of agro-gray heavy loamy soil. Exchangeable acidity, mobile forms of potassium and phosphorus, humus and the sum of exchangeable bases and bonitet calculated in accordance with them were analyzed. Sample size 68. The zero group (group 0) included all values of bonitet with a value less than 60 units, the first (group 1) - values more than 60 units.*

Results. *It was found that the contribution of exchangeable acidity and phosphorus to the first main component, which accounts for about 39% of the total dispersion, is maximum - 0.7 and 0.84 units. respectively. Humus and potassium are positively associated with the second component (29% of the variance), their contribution is 0.7 and 0.81 units. respectively. Exchangeable acidity and phosphorus play a decisive, but not exclusive role in the formation of bonitet. Next come potassium and humus. Despite the increased and high average value of potassium and phosphorus, the humus content is not low for agro-gray soils, it can be considered that their combinations in the soil are not always optimal.*

Conclusion. *An acceptable assessment of soil fertility is achieved when exchangeable acidity is not less than 5.2 ... 5.4 units, the content of mobile forms of potassium and phosphorus is not less than 125 ... 143 mg / kg and 170 ... 194 mg / kg, respectively. Unfortunately, the estimate is based on a limited set of soil parameters. The role of nitrogen and humus is not reflected. This does not mean that they are insignificant. For the specific case described above, the role of humus turned out to be veiled by the excessively high provision of agro-gray soil with phosphorus and potassium, which is typical for soils of agricultural holdings.*

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

Literatura

1.Kolemaev, V.A. Ekonometrika : ucheb. dlya studentov vuzov po special'nosti 061800 «Mat. metody v ekonomike». / V.A. Kolemaev. M.: YUNITI, 2005. 160 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19771726

2.Volkov, D.A. Preodolenie problemy mul'tikollinearnosti pri reshenii zadach mnogomernoj kalibrovki v ekspertnyh sistemah / D.A. Volkov, V.V. Navoev// Teoreticheskie i prakticheskie problemy razvitiya sovremennoj nauki. Sbornik materialov 6-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2014. S. 36 – 38. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23475203&pff=1

3.Fedorov, B.A. Postroenie mnogofaktornyh regressionnyh modelej dlya ocenki svojstv torfyanoj zalezhi i torfa metodom glavnyh komponent/B.A. Fedorov // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2007. № 12. S. 148 – 150. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23124747

4.Lipatov, D.N. Prostranstvennoe var'irovanie svojstv torfyanyh pochv v neftegazodobyvayushchem regione na severo-vostoke o. Sahalin/D.N. Lipatov, A.I. SHCHeglov, D.V. Manahov, YU.A. Zavgorodnyaya, M.S. Rozanova, P.T. Brekhov // Pochvovedenie. 2017. № 7. S. 874 – 885. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29404723

5.Giniyatullin, K.G. Ispol'zovanie klasternogo i diskriminantnogo analizov dlya diagnostiki litologicheskoj neodnorodnosti pochvoobrazuyushchej porody po granulometricheskomu sostavu/K.G. Giniyatullin, A.A. Valeeva, E.V. Smirnova// Pochvovedenie. 2017. № 8. S. 946 – 953. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29811506

6.Goryanin, O.I. Podderzhim plodorodie pashni / O.I. Goryanin, A.P. CHichkin, B.ZH. Dzhangabaev // Agro-Inform. – 2017. – №5 (223). – S. 19-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29393270

7.Ushakov, R.N. Ustojchivost' pochvy – sovremennyj vzglyad na problemu / R.N. Ushakov, A.V. Kobeleva, N.A. Golovina // Innovacionnoe razvitie sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii 12 dekabrya 2016 g. – Ryazan': Izdatel'stvo RGATU, 2016. – S. 208–213.URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=28106002

8.CHerkasov, E.A. Dinamika agrohimicheskih pokazatelej plodorodiya chernozemov Ul'yanovskoj oblasti za 2000-2015 gg. / E.A. CHerkasov, A.H. Kulikova // Pochvovedenie –prodovol'stvennoj i ekologicheskoj bezopasnosti strany tezisy dokladov VII s"ezda Obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva i Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiemnauchnoj konferencii. – 2016. – S. 135-136. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27501344

9.Kozlova, T.E. Bonitirovka pochv i kachestvennaya ocenka zemel' v OOO «Avangard» Ryazanskogo rajona/ T.E. Kozlova, R.N. Ushakov // V sbornike: Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki. Sbornik III nacional'noj (Vserossijskoj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – 2020. – S. 107-109. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42654315

10.Savich.K.V. Ocenka zemel' / K.V. Savich, N.N. Mel'nik, P.YU. Karaush, A.K. Saidov // Plodorodie. - 2010. - №1 (52). - S. 38–39.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=13078471

11.Rejmova, F.N. Rol' i znachenie bonitirovki pochv [Tekst] / F.N. Rejmova, SH. Kuanyshbaeva, N. Kuanyshbaev // Mirovaya nauka. – 2019. – № 6 (27). – S. 391-393.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39147924

12.Holodov, V.A. Interpretaciya dannyh agregatnogo sostava tipichnyh chernozemov raznogo vida ispol'zovaniya metodami klasternogo analiza i glavnyh komponent/ Holodov V.A., YAroslavceva N.V., Lazarev

V.I., Frid A.S. // Pochvovedenie. 2016. № 9. S. 1093 – 1100. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26368217

13.Rozhkov, V.A. Klassifikaciya pochv – ne mesto dlya diskussij/V.A. Rozhkov // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. 2013. № 72. S. 47 – 64.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20505232

14.Sedyh, V.A. Integral'naya ocenka boniteta pochv sel'skohozyajstvennyh ugodij/V.A. Sedyh, R.F. Bajbekov, K.V. Savich, T.V. Doronkina // Zemledelie. 2018. № 6. S. 18 – 20.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36453177

15.Bakulina G., Fedoskin V., Pikushina M., Kukhar V., Kot E. Factor analysis models in enterprise costs management // International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. 2020. T. 14. S. 232 – 240. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43297042

16.Clayden N.J., Lehnert R.J., Turnock S. Factor analysis of time domain nmr data : crystallinity jf poly (tetrafluorethene) // Analytica Chimica Acta. 1997. T. 344. № 3. S. 261 – 269.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=260093

17.Hadas A., Sagiv B., Haruvy N., Agricultural practices, soil fertility management modes and resultant nitrogen leaching rates under semi-arid conditions, Agricultural Water Management. 1999. T. 42. № 1. S. 81-95., URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=149794

18.Bjarnason S., Turnover of organic nitrogen in agricultural soils and the effects of management practices on soil fertility, dissertation, 1989, URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=6842621

19.Mirkin B.M., SuyundukovYa.T., Khaziakhmetov R.M., KhazievF.Kh., Soil fertility management: an agroecosystem approach, Eurasian Soil Science. 2002. T. 35. № 2. S. 203-209, URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=13400022

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.171 DOI 10.36508/RSATU.2021.14.95.013

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В АГРЕГАТЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТЕ УДОБРЕНИЯ

БОГДАНЧИКОВ Илья Юрьевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, mc62@mail.ru*

БАЧУРИН Алексей Николаевич, *канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета, bachurin62@mail.ru*

ЕСЕНИН Михаил Анатольевич, *аспирант, ассистент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, m_esenin@mail.ru,*

МАРТЫШОВ Алексей Игоревич, *ст. препод. кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, aleksei.martyshov@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *При работе агрегата для утилизации незерновой части урожая (АдУ НЧУ) в качестве удобрения наблюдается неравномерная загрузка ротора измельчителя, что приводит к уменьшению ширины разбрасывания измельчённой растительной массы. Целью проводимого исследования является подтверждение возможности увеличения равномерности и ширины разбрасывания измельченной растительной массы за счёт увеличения равномерности загрузки ротора измельчителя.*

Методология. *Для достижения цели исследования изучали валки соломы, образованные зерноуборочными комбайнами Acros 595 Plus и GS1218 «Палессе» на яровой пшенице и яровом овсе, определяли их профиль. Равномерность распределения измельчённой массы определяли по средней массе навески соломы, попавшей в соответствующую рамку. Анализ полученных данных осуществлялся при помощи персонального компьютера в программе Microsoft office excel 2010.*

Результаты. *В ходе проведённых исследований были получены результаты измерения профилей валков соломы: яровой пшеницы шириной 1,4-1,6 м и ярового овса шириной 1,8-2,0 м. Были получены зависимости ширины разбрасывания измельчённой соломы от скорости движения машинно-тракторного агрегата и в зависимости от угла вершины разравнивающего устройства 90° и 120°.*

Выводы. *Разравнивающее устройство позволяет срезать 1/3 вершины валка и распространять её по краям валка, что способствует увеличению ширины валка, поступающего в измельчитель и увеличению ширины разбрасывания измельченной растительной массы по поверхности поля более чем на 50 % при скорости 8-10 км/ч. Лучшие показатели были получены при использовании разравнивающего устройства, которое представляет собой равнобедренный треугольник с основанием 1125 мм, высотой 300 мм и углом в вершине 120°.*

Ключевые слова: *незерновая часть урожая, солома, распределение, утилизация, удобрение, разбрасывание.*

Введение

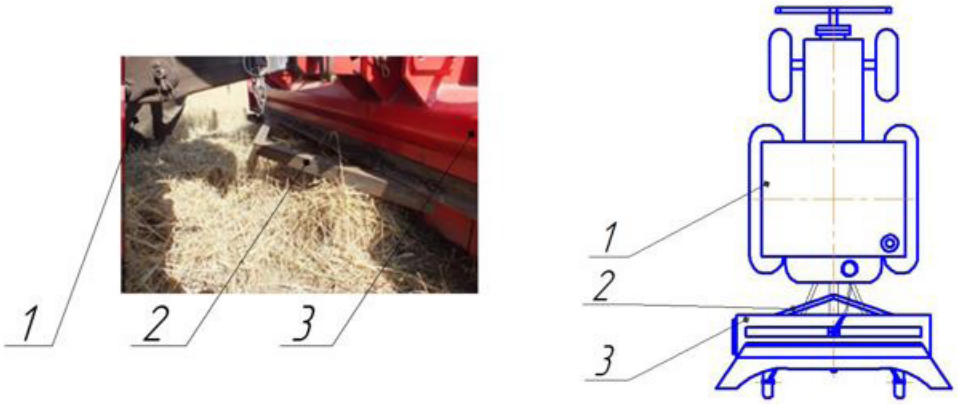
Плодородие – наиважнейшее свойство почвы, которое определяет качество и количество получаемой сельскохозяйственной продукции. В процессе своего развития растения получают из почвы все необходимые элементы, что сопровождается выносом из почвы питательных элементов, поэтому для поддержания и увеличения плодородия необходимо их восполнять удобрениями. Восполнение баланса питательных элементов в почве должно быть грамотным, так как превышение норм приводит к загрязнению её солями тяжёлых металлов, что впоследствии окажет негативное влияние на здоровье человека [1-8]. Одним из перспективных удобрений в системе органического земледелия являются пожнивные остатки или незерновая часть урожая (НЧУ) [5, 6, 7, 9-12].

Для использования НЧУ в качестве удобрения необходимо её измельчить, равномерно распределить по поверхности поля и заделать в верхние слои почвы, а для ускорения процесса гумификации использовать биопрепараты-деструкторы [3, 13-16]. На кафедре ЭМТП инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ для повышения эффективности использования растительных остатков в качестве удобрения был разработан агрегат для утилизации незерновой части урожая (АдУ НЧУ). Данная машина работает в технологии, когда зерноуборочный комбайн убирает весь биологический урожай, а побочную продукцию в виде незерновой части урожая (солома) укладывает позади себя в валок, по которому уже и работает АдУ НЧУ. Данная машина осуществляет подбор растительного материала из валка, его измельчение, дифференцированно обрабатывает (в зависимости от поступающей массы НЧУ) рабочим раствором биопрепаратов-деструкторов растительных остатков и равномерно распределяет их по поверхности поля [3], опционально возможно осуществлять и заделку готового органического удобрения в почву.

© Богданчиков И. Ю.. Бачурин А. Н., Есенин М. А., Мартышов А. И., 2021 г.

Во время уборочных работ АдУ НЧУ в 2019-2020 гг. было обнаружено, что значительная часть измельчаемой соломы сосредотачивается в центральной части ротора (относительно продольной оси машинно-тракторного агрегата), что снижает равномерность и ширину разбрасывания готового органического удобрения (измельченной и обработанной рабочим раствором биопрепаратов-деструкторов НЧУ) по поверхности поля. Так, распределительные заслонки комплекса по краям остаются не задействованными, особенно это заметно при низкой урожайности НЧУ и соответственно малых геометрических значениях валка (по ширине менее 1,2 метра и высоте менее 0,25 метра). Для решения данной проблемы была предложена конструкция разравнивающего устройства [17], которая представляет собой равнобедренный треугольник, расположенный в передней части корпуса агрегата по центру валка соломы (рис. 1). Вопросы увеличения равномерности и ширины разбрасывания измельчённой растительной массы также являются актуальными и для зерноуборочных комбайнов [18, 19, 20].

Целью проводимого исследования является подтверждение возможности увеличения равномерности и ширины разбрасывания измельченной растительной массы за счёт увеличения равномерности загрузки ротора измельчителя.



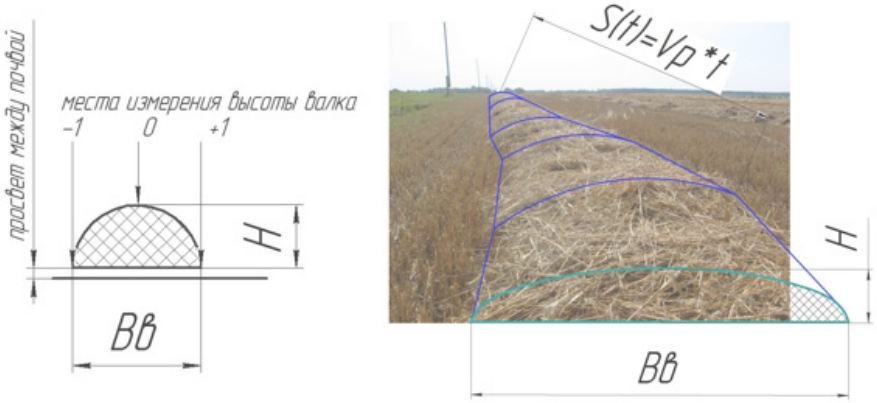
1 – трактор; 2 – разравнивающее устройство; 3 – измельчитель.

Рис. 1 – Расположение разравнивающего устройства в агрегате для утилизации незерновой части урожая

Методика исследований

Исследования проводились в УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанского района в 2020-2021 гг. при утилизации соломы ярового овса и яровой пшеницы. Валки формировались зерноуборочными комбайнами Acros 595 Plus и GS1218 «Палессе».

На каждом валке проводились измерения его профиля согласно методике [18]. Высоту валка измеряли от поверхности поля до верхней части валка при помощи линейки в трех местах по ширине и в десяти по длине валка с интервалом 10 метров с погрешностью измерения не более ±1 см (рис. 2). В качестве контрольного измерения использовали профиломер (длиной 2 метра, состоящего из 11 реек, расположенных через каждые 0,2 м). По полученным данным рассчитывали площадь сечения валка (принимая допущение, что сечение валка представляет собой половину эллипса (рис. 2) [3].



Вв – ширина валка, м; Н – высота валка; S(t)=V*t – пройденный путь машинно-тракторным агрегатом, определяющий длину валка

Рис. 2 – Схема для измерения профиля валка соломы

Равномерность распределения измельчённой и обработанной растительной массы по поверхности поля определяли методом, изложенным в работе М.Б. Ягельского [18]. Сущность метода заключается в том, что на делянке после прохода АдУ НЧУ раскладываются, перпендикулярно к продольной оси агрегата, в шесть рядов рамки размером 0,5х0,5 м, расстояние между рядами 1 м. Измельченная солома из каждой рамки собирается в пакеты. Каждый поперечный ряд считаем одной повторностью. Из шести повторностей определяем среднюю величину измельченной массы в рамке соответствующего номера.

Суммарное количество измеренного вещества:

$$m_1 + m_2 + \ ... + m_n = \sum_{i=1}^{n} m_i \,, \quad (1)$$

где m_i – масса вещества в i-ой зоне, кг;

n – число зон по ширине разброса.

Среднее количество вещества на единицу площади:

$$m_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i}{n}. \quad (2)$$

Отклонение от среднего:

$$\Delta m_i = m_i - m_{\text{ср}}. \quad (3)$$

Сумма отклонений:

$$\Delta m_1 + \Delta m_2 + \ ... + \Delta m_n = \sum_{i=1}^{n} \Delta m_i. \quad (4)$$

Среднее отклонение:

$$\Delta m_{\text{ср}} = \frac{\sum \Delta m_i}{n-1} \quad (5)$$

или

$$\sigma_{\text{ср}} = \sqrt{\sum \frac{(m_i)^2}{(n-1)}} \quad (6)$$

Расчетная неравномерность разброса измельченных частиц соломы:

$$V_{\text{разб.}} = \frac{\Delta m_{\text{ср}}}{m_{\text{ср}}} \cdot 100\% \quad (7)$$

или

$$V_{\text{разбр.}} = \frac{\sigma_{\text{ср}}}{m_{\text{ср}}} \cdot 100\% \,. \quad (8)$$

Равномерность распределения измельченной растительной массы считается удовлетворительной, если предельное отклонение массы по отдельным зонам меньше или больше среднего значения в два раза:

$$m_{\text{ср}} \pm [m_i] = \Delta m_i \leq 0{,}5 \cdot m_{\text{ср}} \quad (9)$$

Анализ полученных данных осуществлялся при помощи персонального компьютера в программе Microsoft office excel 2010.

Результаты

Ширина обрабатываемых валков варьировалась в диапазоне 1,8-2,0 м на соломе ярового овса и 1,4-1,6 м на соломе яровой пшеницы. В таблице 1 представлены результаты измерения профиля валка ярового овса.

Табл. 1 – Результаты измерения профиля валка соломы ярового овса

№ п.п	высота валка в точках, м (Н)			ширина валка, м (Вв)	высота валка в точках, м (Н)			ширина валка, м ($В_в$)
	-1	0	+1		-1	0	+1	
1	0,10	0,52	0,10	1,80	0,10	0,48	0,10	2,00
2	0,10	0,51	0,10	1,80	0,10	0,48	0,10	2,00
3	0,10	0,51	0,10	1,80	0,10	0,48	0,10	2,00
4	0,10	0,51	0,10	1,80	0,10	0,49	0,10	2,00
5	0,10	0,43	0,10	1,80	0,10	0,47	0,10	2,00
6	0,10	0,50	0,10	1,80	0,10	0,48	0,10	2,00
7	0,10	0,51	0,10	1,80	0,10	0,47	0,10	2,00
8	0,10	0,51	0,10	1,80	0,10	0,47	0,10	2,00
9	0,10	0,51	0,10	1,80	0,10	0,49	0,10	2,00
10	0,10	0,52	0,10	1,80	0,10	0,49	0,10	2,00
Сред.	0,10	0,50	0,10	1,80	0,10	0,48	0,10	2,00

В таблице 2 представлены результаты измерения профиля валка яровой пшеницы

Табл. 2 – Результаты измерения профиля валка соломы яровой пшеницы

№ п.п.	высота валка в точках, м (Н)			ширина валка, м (Вв)	высота валка в точках, м (Н)			ширина валка, м ($В_в$)
	-1	0	+1		-1	0	+1	
1	0,30	0,45	0,30	1,40	0,35	0,52	0,39	1,60
2	0,30	0,45	0,31	1,40	0,35	0,52	0,36	1,60
3	0,30	0,44	0,30	1,40	0,35	0,51	0,35	1,60
4	0,30	0,44	0,30	1,40	0,35	0,52	0,36	1,60
5	0,30	0,45	0,30	1,40	0,36	0,52	0,37	1,60

Продолжение таблицы 2

6	0,30	0,45	0,30	1,40	0,35	0,50	0,35	1,60
7	0,31	0,45	0,31	1,40	0,36	0,52	0,38	1,60
8	0,30	0,44	0,30	1,40	0,37	0,52	0,39	1,60
9	0,30	0,45	0,31	1,40	0,35	0,50	0,37	1,60
10	0,30	0,45	0,31	1,40	0,36	0,51	0,36	1,60
Сред.	0,30	0,45	0,30	1,40	0,36	0,51	0,37	1,60

На рисунке 3 представлены графики изменения ширины разбрасывания измельчённой соломы в зависимости от рабочей скорости машинно-тракторного агрегата, оборудованного разравнивающим устройством, и без него. Разравнивающее устройство: основание треугольника 1125 мм, высота 300 мм, с углом в вершине 120°.

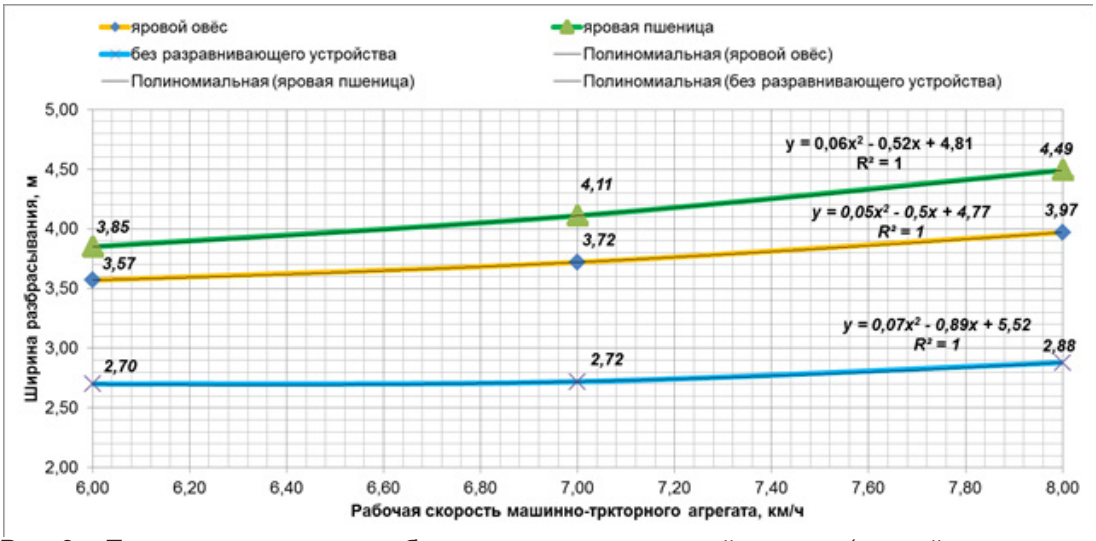


Рис. 3 – Показатель ширины разбрасывания измельчённой соломы (яровой пшеницы и ярового овса) с использованием разравнивающего устройства и без него

Из графика на рисунке 3 видим, что разравнивающее устройство позволяет увеличить ширину разбрасывания измельчённой соломы на 35-40 % при скорости движения машинно-тракторного агрегата 6 км/ч, а увеличение скорости до 8 км/ч позволяет увеличить ширину разбрасывания более чем на 50 %. Это связано с тем, что разравнивающее устройство срезает 1/3 вершины валка и распределяет её по краям, увеличивая таким образом ширину валка.

Для сравнения применялось разравнивающее устройство меньшего размера: основание треугольника 600 мм, высота 300 мм и угол в вершине 90°. Показатели ширины разбрасывания измельчённой соломы с использованием разравнивающего устройства с углом 90° и 120° представлены на рисунке 4.

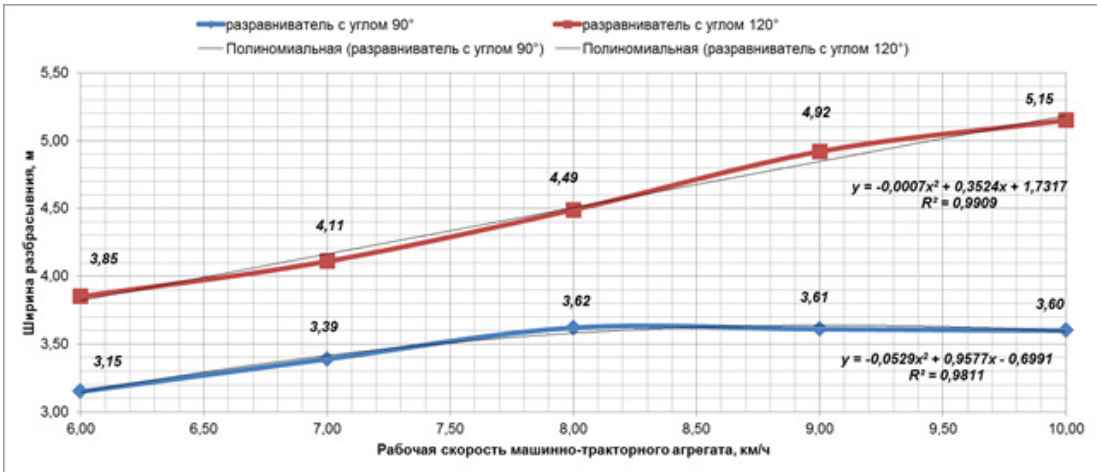


Рис. 4 – Показатели ширины разбрасывания измельчённой соломы с использованием разравнивающего устройства с углом 90° и 120°

Из рисунка 4 видно, что разравнивающее устройство с углом в вершине 120° эффективней, так как позволяет увеличить ширину разбрасывания измельчённой соломы более чем на 5 м., тогда как при угле 90° ширина разбрасывания меньше и с увеличением скорости более 8 км/ч прекращается увеличение ширины разбрасывания.

На рисунке 5 представлена гистограмма распределения измельчённой соломы по ширине разбрасывания.

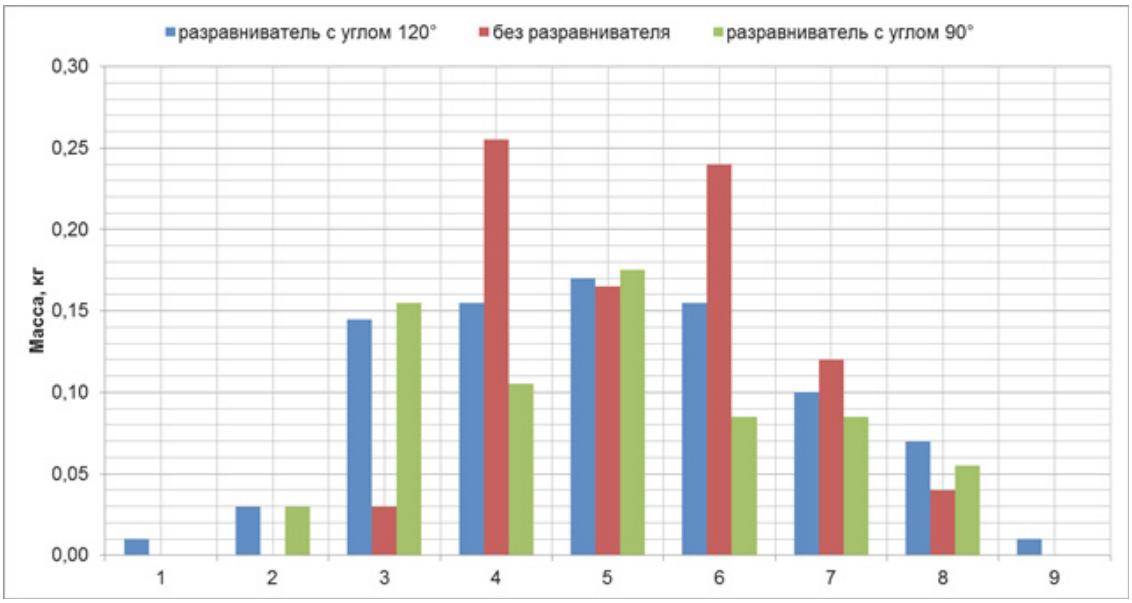


Рис. 5 – Показатели качества распределения измельчённой соломы без разравнивающего устройства и с разравнивающим устройством с углом 90° и 120°

На рисунке 5 видно, что разравнивающее устройство способствует равномерному распределению измельченной растительной массы по всей ширине разбрасывания.

Выводы

В результате проведенных исследований было установлено, что использование разравнивающего устройства, выполненного в виде равнобедренного треугольника, способствует увеличению равномерности и ширины разбрасывания измельченной растительной массы. Лучшие показатели были достигнуты при использовании разравнивающего устройства с углом в вершине 120° (основание треугольника 1125 мм, высота 300 мм) при рабочей скорости машинно-тракторного агрегата 8-10 км/ч. Разравнивающее устройство эффективно функционирует при условии, что основание треугольника перекрывает более 60 % рабочей ширины захвата измельчителя.

Учитывая, что валок соломы может изменяться по высоте, необходимо продумать автоматический режим изменения высоты расположения разравнивающего устройства.

Список литературы

1. Наими, О.И. Биологическое земледелие и экологические аспекты применения гуминовых препаратов / О.И. Наими, Ю.С. Поволоцкая. - Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2019. - № 3-1. - С. 121-123.

2. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов Географической сети России / В. Г. Сычев, А. Н. Налиухин, Л. К. Шевцова [и др.] // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1521-1536. – DOI 10.31857/S0032180X20120138.

3. Use of straw in organic farming / I.Yu. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin, M.A. Yesenin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 624(1), 012220

4. Основы системной технологии восстановления почвенного плодородия с использованием незерновой части урожая и сидеральных культур / А. М. Бондаренко, А. Ю. Несмиян, Л. С. Качанова, Ю. Г. Кормильцев // Вестник аграрной науки Дона. – 2019. – № 3(47). – С. 29-34.

5. Русакова, И. В. Растительные остатки, сидераты, биопрепараты - важнейшие ресурсы управления плодородием почв / И. В. Русакова // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Российская академия наук; Верхневолжский федеральный аграрный научный центр; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Суздаль-Иваново : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", 2020. – С. 83-86.

6. Наими, О.И. Особенности использования соломы в качестве органического удобрения/ О.И. Наими // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2019. - № 9-1. - С. 10-13.

7. Волынкин В.И., Волынкина О.В., Копылов А.Н. Изменение почвенного плодородия при длительном

применении удобрений в Курганской области // Агрохимия. 2019. № 8. С. 3–13.

8. Митрофанов, С. В. Значение использования микроэлементов в растениеводстве / С. В. Митрофанов // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2017. – № 11. – С. 96-101.

9. Baibekov R. F., Esaulko A. N., Lobankova O. Yu., Golosnoy E. V., Ozheredova A. Yu. Biologization of fertilizer systems: a step towards organic farming // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. Iss. 4. P. 1694-1701.

10. Cerbari V., Cojocaru O. Evaluation of quality amendments in ordinry chernozem after incorporation in the soil a harvest of intermediate culture the vetch as a green mass // Scientific papers. UASVM of Bucharest. Series "Agronomy". 2019. Vol. 62. Iss. 1. P. 13-18.

11. Responses of Soil Properties and Crop Productivity to Peat - Fertilizers in Russia / T. Yu. Anisimova, A. N. Naliukhin, S. M. Khamitova [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences. – 2019. – Vol. 8. – No 2. – P. 180-189

12. Linkina, A. V. Assessment of the State and Management of Modern Agricultural Landscapes in the Central Black Earth Region / A. V. Linkina, E. V. Nedikova // Advances in Engineering Research : Proceedings of the VIII Science and Technology Conference “Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus” (CIGGG 2018), Essentuki, 10–13 октября 2018 года. – Essentuki: Atlantis Press, 2019. – P. 369-373. – DOI 10.2991/ciggg-18.2019.70.

13. Русакова, И. В. Эффективность микробных деструкторов послеуборочных остатков в лабораторных и полевых экспериментах / И. В. Русакова // Владимирский земледелец. – 2021. – № 2(96). – С. 34-40. – DOI 10.24412/2225-2584-2021-2-34-40

14. Hiel M.P., Barbieux S., Pierreux J., Olivier C., Lobet G., Roisin C., Garré S., Colinet G., Bodson B., Dumont B. Impact of crop residue management on crop production and soil chemistry after seven years of crop rotation in temperate climate, loamy soils. PeerJ, 2018, 6: e4836 ( ). DOI: 10.7717/peerj.4836

15. Zhao X., Yuan G., Wang H., Lu D., Chen X., Zhou J. Effects of full straw incorporation on soil fertility and crop yield in rice-wheat rotation for silty clay loamy cropland. Agronomy, 2019, 9(3): 133 ( ). DOI: 10.3390/agronomy9030133

16. Rusakova, I. V. Microbiological and Ecophysiological parameters of SOD-podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield / I. V. Rusakova // Agricultural Biology. – 2020. – Vol. 55. – No 1. – P. 153-162. – DOI 10.15389/agrobiology.2020.1.153rus.

17. Пат. 205 449 Российская Федерация, СПК A01D 34/43 (2021.02) Устройство для утилизации незерновой части урожая / Богданчиков И.Ю., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Безносюк Р.В., Есенин М.А., Мартышов А.И. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ - №2020143036, заявл. 24.12.2020; опубл. 15.07.2021, Бюл. 20 -1 с.

18. Ягельский, М.Ю. Обоснование параметров соломоизмельчителя-разбрасывателя зерноуборочного комбайна: дис... канд. техн. наук/ М.Ю. Ягельский. - Орел, 2018. - 272 с.

19. Theoretical grounding of rational design for straw disperser working elements of grain combine harvester / S. A. Rodimtsev, Yu. A. Kuznetsov, A. V. Kolomeichenko [et al.] // INMATEH - Agricultural Engineering. – 2017. – Vol. 53. – No 3. – P. 133-140.

20. Бурлаков, Ю. В. К вопросу энергосбережения при использовании различных типов устройств к зерноуборочным комбайнам для разбрасывания незерновой части урожая по поверхности поля / Ю. В. Бурлаков, С. И. Чемоданов // Аграрная наука - сельскому хозяйству : Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции в 2 кн., Барнаул, 09–10 февраля 2021 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 14-15.

RESULTS OF FIELD TESTS OF LEVELLING DEVICE IN UNIT FOR RECYCLING OF NON-GRAIN PART OF CROP AS FERTILIZER

Bogdanchikov Ilya Yu., *candidate. Techn. sciences, associate professor of the department of operation of the machine and tractor fleet, mc62@mail.ru*

Bachurin Alexey N., *candidate. Techn. of Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering, bachurin62@mail.ru*

Yesenin Mikhail A., *graduate student, assistant of the department of operation of the machine and tractor fleet, m_esenin@mail.ru,*

Martyshov Alexey I.,, *Senior Lecturer, Department of Machine and Tractor Fleet Operation, aleksei. martyshov@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *During the operation of the unit for the utilization of the non-grain part of the crop (ADU NCHU) as fertilizer, an uneven loading of the grinder rotor is observed, which leads to a decrease in the spreading width of the crushed plant mass. The purpose of the study is to confirm the possibility of increasing the uniformity and width of the spread of the ground plant mass due to increasing the uniformity of the loading of the grinder rotor.*

Methodology. *To achieve the goal of the study, straw rolls formed by Acros 595 Plus grain harvesters and Palesse GS1218 on spring wheat and spring oats were studied, their profile was determined. The uniformity of the distribution of the ground mass was determined by the average weight of the canopy of straw that fell into the corresponding frame. Analysis of the obtained data was carried out using a personal computer in Microsoft*

office excel 2010.
Results. *During the studies, the results of measuring the profiles of straw rolls were obtained: spring wheat 1.4... 1.6 m and spring oats 1.8... 2.0 m. The distribution width of the crushed straw was obtained depending on the speed of the machine-tractor unit and depending on the angle of the top of the leveling device 90 ° and 120 °.*
Conclusions. *The leveling device allows you to cut 1/3 the tops of the roll and distribute it along the edges of the roll, which contributes to an increase in the width of the roll entering the grinder and an increase in the scattering width of the ground vegetable mass over the surface of the field by more than 50% at a speed of 8- 10 km/h. The best results were obtained using a leveling device, which is an isosceles triangle with a base of 1125 mm, a height of 300 mm and an angle at the apex of 120 °.*
Key words: *non-grain part of the crop, straw, distribution, disposal, fertilization, scattering.*

Literatura

1. Naimi, O.I. Biologicheskoe zemledelie i e`kologicheskie aspekty` primeneniya guminovy`x preparatov / O.I. Naimi, Yu.S. Povoloczkaya. - Tekst: neposredstvenny`j // Mezhdunarodny`j zhurnal gumanitarny`x i estestvenny`x nauk. - 2019. - № 3-1. - S. 121-123.

2. Vliyanie sistem udobreniya na soderzhanie pochvennogo organicheskogo ugleroda i urozhajnost` sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur: rezul`taty` dlitel`ny`x polevy`x opy`tov Geograficheskoj seti Rossii / V. G. Sy`chev, A. N. Naliuxin, L. K. Shevczova [i dr.] // Pochvovedenie. – 2020. – № 12. – S. 1521-1536. – DOI 10.31857/S0032180X20120138.

3. Use of straw in organic farming / I.Yu. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin, M.A. Yesenin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 624(1), 012220

4. Osnovy` sistemnoj texnologii vosstanovleniya pochvennogo plodorodiya s ispol`zovaniem nezernovoj chasti urozhaya i sideral`ny`x kul`tur / A. M. Bondarenko, A. Yu. Nesmiyan, L. S. Kachanova, Yu. G. Kormil`cev // Vestnik agrarnoj nauki Dona. – 2019. – № 3(47). – S. 29-34.

5. Rusakova, I. V. Rastitel`ny`e ostatki, sideraty`, biopreparaty` - vazhnejshie resursy` upravleniya plodorodiem pochv / I. V. Rusakova // Sovremenny`e tendencii v nauchnom obespechenii agropromy`shlennogo kompleksa / Ministerstvo nauki i vy`sshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii; Rossijskaya akademiya nauk; Verxnevolzhskij federal`ny`j agrarny`j nauchny`j centr; Vladimirskij gosudarstvenny`j universitet imeni Aleksandra Grigor`evicha i Nikolaya Grigor`evicha Stoletovy`x. – Suzdal`-Ivanovo : Federal`noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie "Verxnevolzhskij federal`ny`j agrarny`j nauchny`j centr", 2020. – S. 83-86.

6. Naimi, O.I. Osobennosti ispol`zovaniya solomy` v kachestve organicheskogo udobreniya/ O.I. Naimi // Mezhdunarodny`j zhurnal gumanitarny`x i estestvenny`x nauk. - 2019. - № 9-1. - S. 10-13.

7. Voly`nkin V.I., Voly`nkina O.V., Kopy`lov A.N. Izmenenie pochvennogo plodorodiya pri dlitel`nom primenenii udobrenij v Kurganskoj oblasti // Agroximiya. 2019. № 8. S. 3–13.

8. Mitrofanov, S. V. Znachenie ispol`zovaniya mikroe`lementov v rastenievodstve / S. V. Mitrofanov // Problemy` mexanizacii agroximicheskogo obespecheniya sel`skogo xozyajstva. – 2017. – № 11. – S. 96-101.

9. Baibekov R. F., Esaulko A. N., Lobankova O. Yu., Golosnoy E. V., Ozheredova A. Yu. Biologization of fertilizer systems: a step towards organic farming // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. Iss. 4. P. 1694-1701.

10. Cerbari V., Cojocaru O. Evaluation of quality amendments in ordinry chernozem after incorporation in the soil a harvest of intermediate culture the vetch as a green mass // Scientific papers. UASVM of Bucharest. Series "Agronomy". 2019. Vol. 62. Iss. 1. P. 13-18.

11. Responses of Soil Properties and Crop Productivity to Peat - Fertilizers in Russia / T. Yu. Anisimova, A. N. Naliukhin, S. M. Khamitova [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences. – 2019. – Vol. 8. – No 2. – P. 180-189

12. Linkina, A. V. Assessment of the State and Management of Modern Agricultural Landscapes in the Central Black Earth Region / A. V. Linkina, E. V. Nedikova // Advances in Engineering Research : Proceedings of the VIII Science and Technology Conference “Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus” (CIGGG 2018), Essentuki, 10–13 oktyabrya 2018 goda. – Essentuki: Atlantis Press, 2019. – P. 369-373. – DOI 10.2991/ciggg-18.2019.70.

13. Rusakova, I. V. E`ffektivnost` mikrobny`x destruktorov posleuborochny`x ostatkov v laboratorny`x i polevy`x e`ksperimentax / I. V. Rusakova // Vladimirskij zemledelecz. – 2021. – № 2(96). – S. 34-40. – DOI 10.24412/2225-2584-2021-2-34-40

14. Hiel M.P., Barbieux S., Pierreux J., Olivier C., Lobet G., Roisin C., Garré S., Colinet G., Bodson B., Dumont B. Impact of crop residue management on crop production and soil chemistry after seven years of crop rotation in temperate climate, loamy soils. PeerJ, 2018, 6: e4836 ( ). DOI: 10.7717/peerj.4836

15. Zhao X., Yuan G., Wang H., Lu D., Chen X., Zhou J. Effects of full straw incorporation on soil fertility and crop yield in rice-wheat rotation for silty clay loamy cropland. Agronomy, 2019, 9(3): 133 ( ). DOI: 10.3390/agronomy9030133

16. Rusakova, I. V. Microbiological and Ecophysiological parameters of SOD-podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield / I. V. Rusakova // Agricultural Biology.

– 2020. – Vol. 55. – No 1. – P. 153-162. – DOI 10.15389/agrobiology.2020.1.153rus.

17. Pat. 205 449 Rossijskaya Federaciya, SPK A01D 34/43 (2021.02) Ustrojstvo dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya / Bogdanchikov I.Yu., By`shov N.V., Bachurin A.N., Beznosyuk R.V., Esenin M.A., Marty`shov A.I. zayavitel` i patentoobladatel` FGBOU VO RGATU - №2020143036, zayavl. 24.12.2020; opubl. 15.07.2021, Byul. 20 -1 s.

18. Yagel`skij, M.Yu. Obosnovanie parametrov solomoizmel`chitelya-razbrasy`vatelya zernouborochnogo kombajna: dis... kand. texn. nauk/ M.Yu. Yagel`skij. - Orel, 2018. - 272 s.

19. Theoretical grounding of rational design for straw disperser working elements of grain combine harvester / S. A. Rodimtsev, Yu. A. Kuznetsov, A. V. Kolomeichenko [et al.] // INMATEH - Agricultural Engineering. – 2017. – Vol. 53. – No 3. – P. 133-140.

20. Burlakov, Yu. V. K voprosu e`nergosberezheniya pri ispol`zovanii razlichny`x tipov ustrojstv k zernouborochny`m kombajnam dlya razbrasy`vaniya nezernovoj chasti urozhaya po poverxnosti polya / Yu. V. Burlakov, S. I. Chemodanov // Agrarnaya nauka - sel`skomu xozyajstvu : Sbornik materialov XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 2 kn., Barnaul, 09–10 fevralya 2021 goda. – Barnaul: Altajskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2021. – S. 14-15.

УДК 631.356.4 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.20.64.014***

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОДБРАСЫВАНИИ НА ПОЛОТНЕ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ПРУТКОВ

ЖБАНОВ Никита Сергеевич, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин,, tmirm@yandex.ru*

КОДИРОВ Сайфиддин Тухтасинович, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин,, romario345830@yandex.ru*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km34010@rambler.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru*

КОСТЕНКО Наталья Алексеевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, kn340010@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.

Проблема и цель. *Картофель является одним из популярных продуктов питания человека, который возделывается в большинстве районов страны. В настоящее время картофелеводство является одним из маржинальных видов деятельности в агропромышленном комплексе. Одной из основных операций в производстве картофеля является уборка. Цель – создание надежной картофелеуборочной техники, обладающей высокой сепарирующей способностью на основе применения композитных материалов.*

Методология. *Для повышения сепарирующей способности в конструкции картофелеуборочных машин следует использовать сепарирующий элеватор с композитными прутками и роликами- интенсификаторами. Под действием массы клубненосного пласта происходит изгиб композитных прутков, в результате чего возникает волнообразная поверхность, которая в местах контакта роликов с композитными прутками подбрасывает клубни картофеля. Теоретическое исследование траектории полета компонента картофельного вороха после подскока на ролике-интенсификаторе позволило установить дальность полета клубней. Исследования траекторий движения клубней картофеля при подбрасывании на полотне из композитных прутков проводились также в лабораторно-полевых условиях. Использование скоростной камеры с последующей раскадровкой позволило получить снимки полета клубней. Последующее наложение координатных осей в соответствии с выбранным масштабом позволило определять положение клубня через определенные промежутки времени.*

Результаты. *В результате теоретического исследования траектории полета компонента картофельного вороха после подскока на интенсификаторе было установлено, что дальность полета варьируется в пределах 0,17-0,20 м. Лабораторно-полевые исследования показали, что траектория полета клубней представляет собой параболу высотой около 0,06 м и длиной 0,20 м.*

Заключение. *Исследование кинематики компонентов картофельного вороха при воздействии ком-*

© Жбанов Н. С., Кодиров С. Т., Костенко М. Ю., Ребалович Г. К., Костенко Н. А., 2021 г.

позитных прутков показало, что за счет эластичности комбинированных прутков существует возможность интенсивного воздействия на подкопанный пласт.

Ключевые слова: *картофель, сепарация, прутковый элеватор, композитные прутки, подбрасывание.*

Введение

Картофель является одним из популярных продуктов питания, он стал неотъемлемой частью рациона человека, используется в перерабатывающей промышленности, а также при кормлении сельскохозяйственных животных [2,5]. Картофель возделывается в большинстве районов страны. В настоящее время картофелеводство является одним из высокорентабельных видов деятельности в агропромышленном комплексе [6,8,9]. Основной операцией в производстве картофеля является уборка. В настоящий момент уборка картофеля в большей степени механизирована. На крупных агропредприятиях, в основном, эксплуатируется современная высокопроизводительная техника – картофелеуборочные комбайны. Фермерские, индивидуальные хозяйства на мелкоконтурных полях используют для уборки малогабаритную картофелеуборочную технику – картофелекопатели [13,16,18]. Использование такой техники обусловлено высокой стоимостью современных комбайнов, приобретение которых зачастую является невыгодным. Проведенный анализ показателей сбора картофеля за 2015-2020 годы показал, что малые фермерские хозяйства уступают по сборам крупным сельскохозяйственным организациям. На основании проведенного анализа выявлено, что имеется необходимость создания надежной картофелеуборочной техники (копателей, комбайнов) для фермерских хозяйств, обладающей высокой сепарирующей способностью при минимальных повреждениях клубней, и имеющей низкую закупочную стоимость. Для повышения сепарирующей способности в конструкции картофелеуборочных копателей используют различные интенсификаторы [3,4,7,10,11,12]. В результате проведенных исследований была установлена эффективность применения композитных прутков сепарирующего элеватора.

Материалы и методы исследований

Одним из наиболее перспективных рабочих органов интенсивной сепарации является сепарирующий элеватор с композитными прутками и роликами-интенсификаторами [15,16]. В результате взаимодействия композитных прутков сепарирующего элеватора с роликами-интенсификаторами происходит подбрасывание клубней картофеля. Под воздействием массы клубненосного пласта происходит изгиб композитных прутков, в результате чего возникает волнообразная поверхность, которая в местах прямого контакта роликов с композитными прутками подбрасывает клубни картофеля. Из теоретических исследований установлено, что траектория полета клубней после подскока соответствует параболической зависимости [14,19]. Рассмотрим траектории движения компонентов картофельного вороха после подбрасывания на роликах. Скорость компонентов картофельного вороха, подбрасываемых роликами, принимаем равной скорости пруткового элеватора V_0 . Траектория движения компонентов картофельного вороха после подбрасывания на роликах будет характеризоваться системой

$$\begin{cases} x = x_0 + V_0 t\cos(\varphi') - gt^2\sin\alpha \\ y = y_0 + V_0 t\sin(\varphi') - gt^2\cos\alpha \end{cases} \quad (1)$$

где V_0 – скорость компонентов картофельного вороха;

α – угол наклона полотна элеватора к горизонту;

φ – угол отрыва компонента от ролика;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Максимальную дальность l_{max} полета части компонента почвенно-картофельного вороха находим из выражения:

$$l_{\max} = V_x t = \frac{V_0^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g} + \frac{P}{g(G-P)} U_0 V_0 \sin\alpha \quad (2)$$

где V_x – скорость части компонента картофельного вороха, полученная в момент отделения от прутков, м/с;

G – вес компонента картофельного вороха, кг;

P – вес отделившейся части компонента картофельного вороха, кг.

В результате теоретического исследования траектории полета компонента картофельного вороха после подскока на ролике-интенсификаторе установлено, что дальность полета меняется от 170 мм до 210 мм.

Результаты исследований

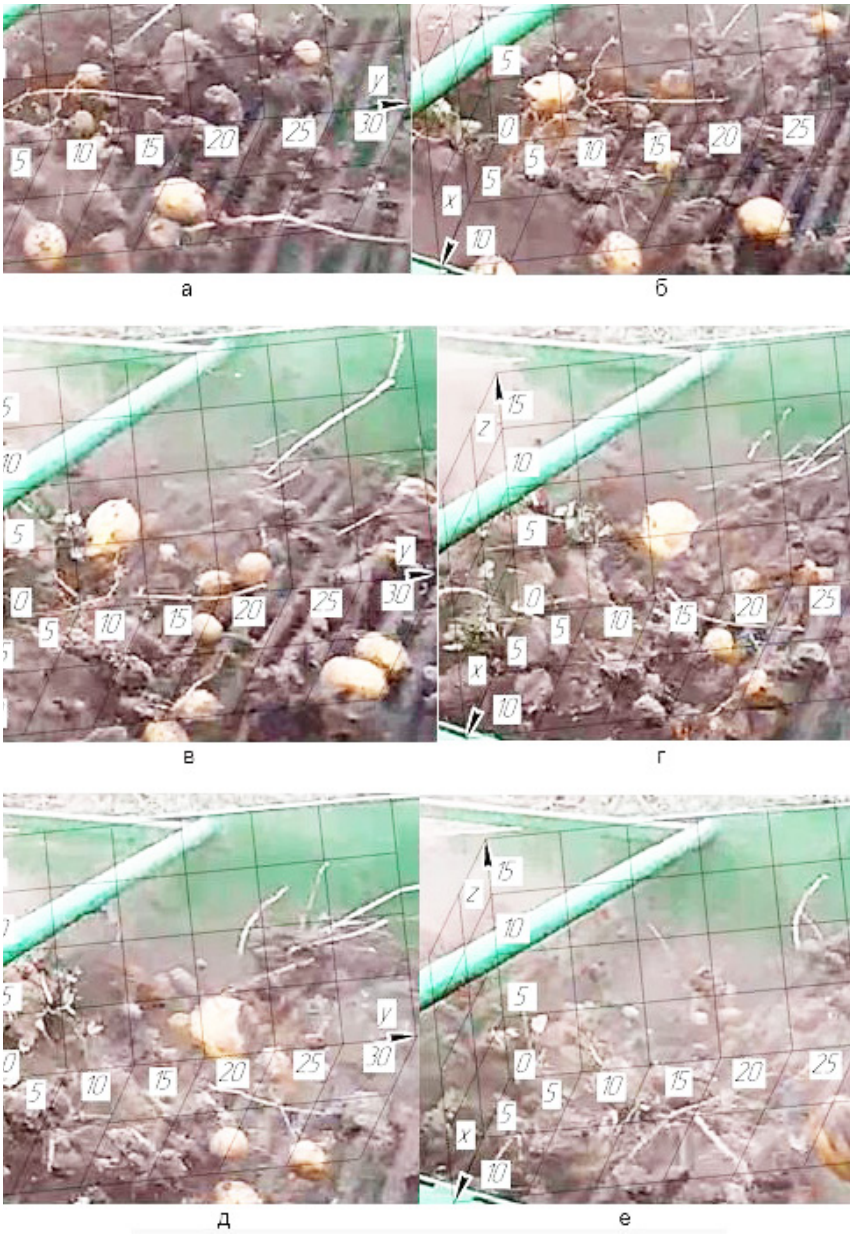
Лабораторно-полевые исследования траекторий движения клубней картофеля при подбрасывании на полотне из композитных прутков проводились в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области. Использование скоростной камеры с последующей раскадровкой позволило получить снимки полета клубней, представленные на рисунке 1.

Последующее наложение координатных осей в соответствии с выбранным масштабом позволило определить положение клубня через определенные промежутки времени. В результате были получены характеристические показатели траектории полета клубней. Анализ полученных данных в программе Statistica v10, позволил получить уравнение регрессии:

$$y = -0.0011 + 1.1812 \cdot x - 5.8776 \cdot x^2 \quad (3)$$

где y – высота подскока, м;

x – дальность полета, м.



а, б, в, г, д, е – положения клубня при движении по траектории

Рис. 1 – Общий вид подбрасывания клубня на сепарирующем элеваторе с композитными прутками

На основании полученного уравнения построен регрессионный график (рис. 2) траектории средних клубней и обозначена зона 95-процентной доверительной вероятности. Анализ рисунка 2 показывает, что траектория клубней соответствует квадратичной зависимости (параболе), причем форма картофеля и его вращение в процессе полета может оказывать некоторое влияние на форму траектории. На рисунке показана пузырьковая диаграмма рассеяния, где более крупными пузырьками отмечены наиболее часто встречающиеся значения. Полученные значения дальности и высоты полета соответствует траекториям, полученным в результате теоретических исследований. На рисунке 3 показано сравнение теоретических и экспериментальных траекторий средних клубней картофеля

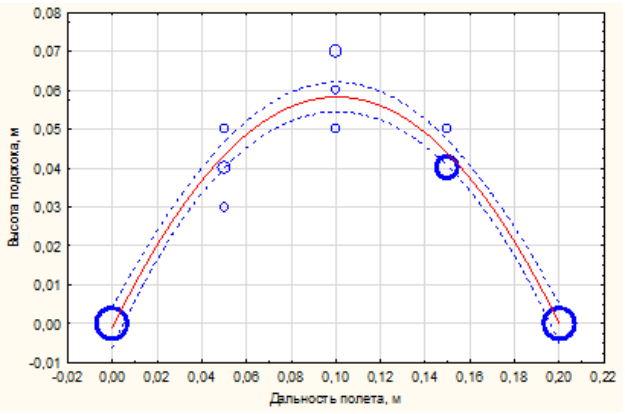
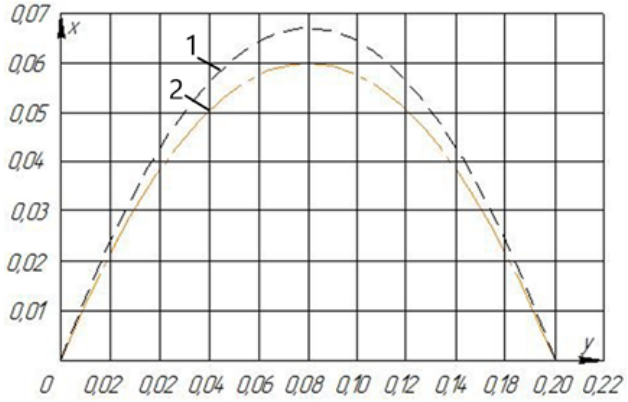


Рис. 2 – Регрессионный график траектории средних клубней

Анализ рисунка 2 показывает, что траектория клубней соответствует квадратичной зависимости (параболе), причем форма картофеля и его вращение в процессе полета может оказывать некоторое влияние на форму траектории. На рисунке показана пузырьковая диаграмма рассеяния, где более крупными пузырьками отмечены наиболее часто встречающиеся значения. Полученные значения дальности и высоты полета соответствует траекториям, полученным в результате теоретических исследований. На рисунке 3 показано сравнение теоретических и экспериментальных траекторий средних клубней картофеля.



1 – теоретическая траектория, 2 – экспериментальная траектория

Рис. 3 – Сравнительный график теоретических и экспериментальных траекторий средних клубней картофеля

Совпадение теоретических и экспериментальных данных составляет 95%. Лабораторно-полевые исследования показали, что траектория полета клубней соответствует форме параболы высотой около 0,06 м и длиной 0,20 м. Подскок клубней происходит в результате взаимодействия упругих композитных прутков с роликами-интенсификаторами. Полученные результаты сравнимы с работой обычных встряхивателей, располагающихся под полотном со стальными прутками [4,17]. Следует отметить, что площадь контакта композитного прутка с картофелем больше, чем площадь контакта металлического прутка с картофелем из-за большего диаметра композитного прутка.

Заключение

Исследование кинематики компонентов картофельного вороха при воздействии композитных прутков показало, что за счет эластичности комбинированных прутков существует возможность интенсивного воздействия на подкопанный пласт. Имеет место подскок клубней картофеля при взаимодействии пруткового полотна с роликами-интенсификаторами. Дальность полета компонента картофельного вороха составляет от 0,17 м до 0,21 м.

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 ре-сурс]. - 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. - 484а-URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004396227

3. 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

4. Бышов, Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повы шение эффективности картофелеуборочных машин / Н.В. Бышов // Дис. доктора. техн. наук. - : / Бышов Н.В. - Рязань, 2000. - 414 с.- URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000300784

5. Костенко, М. Ю. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин : дис. ... доктора технических наук : 05.20.01 / Костенко Михаил Юрьевич; [Место защиты: Рязан. гос. агротехнолог. ун-т им. П.А. Костычева]. - Рязань, 2011. - 462 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004843963

6. 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 механи¬ки 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

7. Основные задачи и направления НИР по снижению повреждений картофеля и овощей в ма¬шинных 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

8. 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

9. Рембалович, Г.К. Повышение эффективности функционирования и надежности сепарирую¬щей горки картофелеуборочных машин / Г. К. Рембала-

лович. Дис. канд. техн. наук. - Саранск, 2005.-167 с.- URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01005101723

10. 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.

11. Якутин, Н.Н. Результаты экспериментальных исследований машинной уборки картофеля усо-вершенствованным 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.

12. 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

13. 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 // Materiali IV mezinarodrnvedecko-Prakticka conference. Veda 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

14. Edna P. Hasson. Separation and Characterization of Potato Lipid Acylhydrolases/ Edna P. Hasson, George G. Laties // Plant Physiol. - 1976. - № 57(2).s. 142-147.

15. 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

16. 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

17. Schulze, P. Root Crop Harvesting / P. Schulze, O. Roller, R. Peters. - JahrbuchAgrartechnik 2011, Band 23, DLG - Verlag, s. 87 - 89.

18. 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

19. Zhbanov N.S. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhbanov, N.V. Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko / BIO Web of Conferences 17. 2020 URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2020/01/bioconf_fies2020_00191.pdf

STUDY OF TRAJECTORIES OF MOTION OF POTATO STROBES WHILE TOKEN ON A BLANKET FROM COMPOSITE BARS

Zhbanov Nikita S., *postgraduate student, tmirm@yandex.ru*
Kodirov Saifiddin T., *postgraduate student, romario345830@yandex.ru*
Kostenko Mikhail Yu., *Dr. Sci., Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, km34010@rambler.ru*
Rembalovich Georgy K., *Dr. Sciences, Dean of the Faculty of Road Transport, rgk.rgatu@yandex.ru*
Kostenko Natalya A., *Cand. tech. Sci., Associate Professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, kn340010@yandex.ru*
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, RF

Problem and purpose. *The potato is one of the popular human foods that is cultivated in most parts of the country. Currently, potato growing is one of the marginal activities in the agro-industrial complex. Harvesting is one of the main operations in potato production. The goal is to create a reliable potato harvesting technique with a high separation capacity based on the use of composite materials.*
Methodology. *To increase the separating ability in the design of potato harvesters, a separating elevator with composite rods and intensifier rollers should be used. Under the influence of the mass of the tuberous layer, the composite rods are bent, as a result of which an undulating surface appears, which throws up potato tubers at the points of contact of the rollers with the composite rods. A theoretical study of the flight path of a component of a potato heap after jumping on an intensifier roller made it possible to establish the flight range of tubers. Studies of the trajectories of movement of potato tubers when tossing on a canvas made of composite rods were also carried out in laboratory-field conditions. The use of a high-speed camera with subsequent storyboarding made it possible to take pictures of the flight of the tubers. Subsequent superposition of the coordinate axes in accordance with the selected scale made it possible to determine the position of the tuber at certain intervals.*
Results. *As a result of a theoretical study of the flight path of a component of a potato heap after a jump on an intensifier, it was found that the flight range varies within 0.17-0.20 m.Laboratory and field studies have shown that the flight path of tubers is a trajectory in the form of a parabola with a height of about 0.06 m and a length of 0.20 m.*
Conclusion. *The study of the kinematics of the components of the potato heap under the influence of*

composite rods showed that due to the elasticity of the combined rods, there is a possibility of intensive impact on the dug layer.
***Key words**: potatoes, separation, bar elevator, composite bars, tossing.*

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 re-surs]. - 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. - 484a-URL: https://search.rsl.ru/ru/ record/01004396227

3. 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

4. Byshov, N.V. Nauchno-metodicheskie osnovy rascheta separiruyushchih rabochih organov i povy shenie effektivnosti kartofeleuborochnyh mashin / N.V. Byshov // Dis. doktora. tekhn. nauk. - : / Byshov N.V. - Ryazan', 2000. - 414 s.- URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01000300784

5. Kostenko, M. YU. Tekhnologiya uborki kartofelya v slozhnyh polevyh usloviyah s primeneniem innovacionnyh reshenij v konstrukcii i obsluzhivanii uborochnyh mashin : dis. ... doktora tekhnicheskih nauk : 05.20.01 / Kostenko Mihail YUr'evich; [Mesto zashchity: Ryazan. gos. agrotekhnolog. un-t im. P.A. Kostycheva]. - Ryazan', 2011. - 462 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01004843963

6. 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 mekhani¬ki 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

7. Osnovnye zadachi i napravleniya NIR po snizheniyu povrezhdenij kartofelya i ovoshchej v ma¬shinnyh 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

8. 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

9. Rembalovich, G.K. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya i nadezhnosti separiruyu¬shchej gorki kartofeleuborochnyh mashin / G. K. Rembalovich. Dis. kand. tekhn. nauk. - Saransk, 2005.-167 s.- URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01005101723

10. 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.

11. YAkutin, N.N. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij mashinnoj uborki kartofelya uso-vershenstvovannym 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.

12. 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

13. 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 // Materiali IV mezinarodrnvedecko- Prakticka conference. Veda 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

14. Edna P. Hasson. Separation and Characterization of Potato Lipid Acylhydrolases/ Edna P. Hasson, George G. Laties // Plant Physiol. - 1976. - № 57(2).s. 142-147.

15. 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

16. 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

17. Schulze, P. Root Crop Harvesting / P. Schulze, O. Roller, R. Peters. - JahrbuchAgrartechnik 2011, Band 23, DLG - Verlag, s. 87 - 89.

*18. 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

19. Zhbanov N.S. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhbanov, N.V. Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko / BIO Web of Conferences 17. 2020 URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2020/01/bioconf_fies2020_00191.pdf

УДК 634.1-13 **DOI 10.36508/RSATU.2021.50.53.015**

СНИЖЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ

УСОЛЬЦЕВ Александр Александрович, *аспирант кафедры «Автотракторная техника и теплоэнергетика», qwertyuiop.5562@yandex.ru*

ПАНОВА Алла Анатольевна, *аспирант кафедры «Автотракторная техника и теплоэнергетика», panova.pgs@gmail.com*

ЮХИН Иван Александрович, *д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Автотракторная техника и теплоэнергетика», yuival@rambler.ru*

ГОЛИКОВ Алексей Анатольевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», duke001@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является изучение вопроса повреждения плодоовощной продукции при внутрихозяйственных перевозках ее контейнерным способом и разработка мероприятий по предотвращению данного негативного явления.*

Методология. *Для достижения поставленной цели были проанализированы особенности транспортировки плодоовощной продукции контейнерным способом и зоны наибольшей опасности для груза. Выполнен патентный поиск технических решений, предназначенных для снижения количества повреждений плодов при внутрихозяйственных перевозках. Проведены испытания опытного образца контейнера (изготовленного согласно пат. №176885) выполненные на вибростенде ВСВ-250-445 с обработкой полученных данных по методике, приведенной в ГОСТ 34314-2017.*

Результаты. *В данной статье приведены обобщенные результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований по изучению вопроса травмирования сельскохозяйственной продукции, перевозимой в кузове транспортных средств (ТС) навалом или в специализированных контейнерах (в рамках внутрихозяйственных перевозок). Речь идет о повреждениях плодов, вызванных колебаниями грузовой платформы ТС в процессе внутрихозяйственной перевозки и доставки к местам хранения. В статье представлены результаты патентно-лицензионного обзора научно-технического задела авторов научной статьи в указанной сфере исследований, по результатам которых предложены новые научно-обоснованные технические решения устройств для повышения сохранности плодов при их перевозке, в частности контейнеры, способствующие снижению количества повреждений за счет увеличения площади контакта плодов и уменьшения пространства для свободного перемещения груза. Предлагаемые в статье технические решения, направленные на снижение данного негативного фактора, являются одними из наиболее простых в реализации и не требуют специальных навыков в обслуживании и эксплуатации.*

Заключение. *Лабораторные эксперименты, проведенные с макетом запатентованного устройства для транспортировки плодоовощной продукции, показали сохранность плодов при действии вибрационной нагрузки: 89,1 % плодов высшего сорта; 7,3 % плодов первого сорта; 3,6 % плодов второго сорта. Из вышесказанного следует, что продолжение исследований в данном научном направлении весьма актуально и вызывает интерес со стороны рынка и сельхозпроизводителей. Данные меры будут способствовать конкурентоспособности продукции при реализации ее на рынке.*

Ключевые слова: *процесс повреждений, легкоповреждаемая продукция, внутрихозяйственные перевозки, транспортное средство, контейнер.*

Введение

Автомобильные и тракторные транспортные средства в агрегате с прицепами/полуприцепами являются одними из важнейших звеньев агропромышленного комплекса, обеспечивающими перевозку плодоовощной продукции [1, 2]. Как показал

© Усоцьцев А. А., Панова А. А., Юхин И. А., Голиков А. А., 2021 г.

проведенный анализ материалов [3, 4], ежегодный ущерб от потерь плодоовощной продукции в России составляет около 8 млрд руб, причем транспортные издержки достигают 30-40 % и более от себестоимости ее производства [5, 6, 7].

Одним из наиболее неблагоприятных факторов перевозок продукции растениеводства в Российской Федерации являются неблагоприятные дорожные условия (неровности дорожного полотна, искусственные неровности, повреждения дорожного покрытия и прочее). Кузов транспортного средства в процессе движения совершает колебания с ускорением, достигающим 3,5 g, что приводит к травмированию груза, снижению долговечности и надежности ТС [8, 9].

Отсутствие в большинстве случаев дорог с удовлетворительным покрытием (преобладающая часть маршрута ТС при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции приходится на грунтовые дороги), а также стремление сельхозпроизводителей к повышению эффективности использования транспортных средств за счет увеличения скорости их передвижения приводит к ряду сопутствующих проблем, например, недостаточная плавность хода, раскачивание грузовой платформы и так далее, что вызывает рост количества повреждений перевозимой продукции [8].

Таким образом, одним из процессов, определяющих товарное качество плодоовощной продукции, является внутрихозяйственная транспортировка. Она связана с определенными трудностями, обусловленными некоторыми физико-механическимисвойствамиданноговидагруза[10].

Известно, что в процессе уборки и внутрихозяйственных перевозок 15-20 % продукции получает повреждения и становится недостаточно пригодной для последующей реализации [11]. Снижение повреждений и потерь сельскохозяйственной продукции являются одной из сложнейших задач.

Материалы и методы

В ходе проведенных авторами статьи исследований и экспериментов, результаты которых приведены ниже, использовались следующие научные методы: анализ и обобщение данных; наблюдение, описание, измерение и эксперимент. Кроме того, испытания опытного образца контейнера (изготовленного согласно пат. №176885) производились на вибростенде ВСВ-250-445 с обработкой полученных данных по методике, приведенной в ГОСТ 21122-75.

Результаты исследований

По результатам проведенных ранее теоретических исследований установлено [8, 12, 13], что доля горизонтальной и продольной составляющих амплитуды скорости наиболее удаленных от центра масс точек грузовой платформы при угле уклона поверхности более 6˚ достигает 70-85 % от скорости вертикальных колебаний (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение вертикальной и горизонтальной составляющих общей скорости колебания грузовой платформы

Скорость движения транспортного средства с устройством стабилизации положения кузова, км/ч	Вертикальная составляющая			Горизонтальная составляющая		
	$Z_к$, %	ψ, %	θ, %	$Y_к$, %	φ, %	θ, %
5	51,6	4,2	3	30	5,2	6
10	51,8	3,7	3,3	30,1	5,5	5,5
15	51,2	4,8	2,8	30,3	5,6	5,3
20	52	3,9	2,9	30,6	5,6	5
25	51,8	4	3	30,6	6	4,6

Примечание: линейное перемещение ТС в направлении, перпендикулярном поверхности поля (подпрыгивание) – $Z_к$; линейное перемещение ТС вниз по склону (увод) – $Y_к$; вращение ТС вокруг оси, перпендикулярной поверхности уклона (виляние) – φ; поворот ТС вокруг поперечной оси (галопирование) – ψ; поворот ТС вокруг продольной оси (покачивание) – θ.

Классическая цепочка перемещения продукции от момента ее сбора до момента закладки на хранение показана на рис.1. Анализ этапов перемещения груза позволяет выделить несколько факторов, существенно влияющих на его сохранность [14]. Первый – «дискретно» или «непрерывно» распределена перевозимая продукция в кузове транспортного средства. Под дискретностью в данном случае следует понимать упаковку/тару, в которой он размещен, а непрерывностью, соответственно, отсутствие таковых. Второй, не менее важный, фактор – плохие дорожные условия; они могут частично компенсироваться конструкцией тары груза, например, предотвращающей резкое знакопеременное перемещение груза целиком или его отдельных единиц, и кузова транспортного средства, например, его зонированием, вследствие чего создаются отдельные (полностью или частично изолированные друг от друга) полости, характерные больше для тары, чем для кузова. Третий – способ разгрузки кузова транспортного средства (особенно важно при перевозке груза навалом/насыпью). В данном случае под контролируемой выгрузкой подразумевается «порционное» опустошение кузова ТС. Примером является автомобиль КамАЗ БАЛТ «ГРАНД-ПОЛЕВИК».

При перевозке плодовоовощной продукции навалом или загруженной в контейнер, на нее воздействуют вертикальные колебания вследствие движения транспортного средства по неровностям дорожного полотна (выбоины, «лежачие полицейские», колея на поверхности дороги и прочее). Благодаря данному негативному фактору плоды, находящиеся в верхнем слое (насыпи или контейнера) испытывают на себе максимальный импульс, а, следовательно, подскакивают и затем падают обратно, ударяясь о рядом лежащие плоды. Согласно задаче Герца (упругая деформация) перевозимая продукция взаимодействует между собой (плоды ударяются друг о друга, а при достаточном импульсе деформируются). Вследствие этого возникают такие повреждения у плодов как ушибы и потемнения мякоти.

Более тяжелая ситуация с нижним слоем плодов – в данном случае после подскока они взаимодействуют с неупругой поверхностью (дном кузова транспортного средства или контейнера). Это приводит к значительному росту повреждений груза (в сравнении с плодами, лежащими в центральной части кузова ТС или контейнера, и даже в верхнем слое). Более подробно схема травмирования плодоовощной продукции при транспортировке (на примере контейнера) представлена на рисунке 2.

Рис 1 – Цепочка перемещения сельхозпродукции от момента сбора до момента закладки на хранение

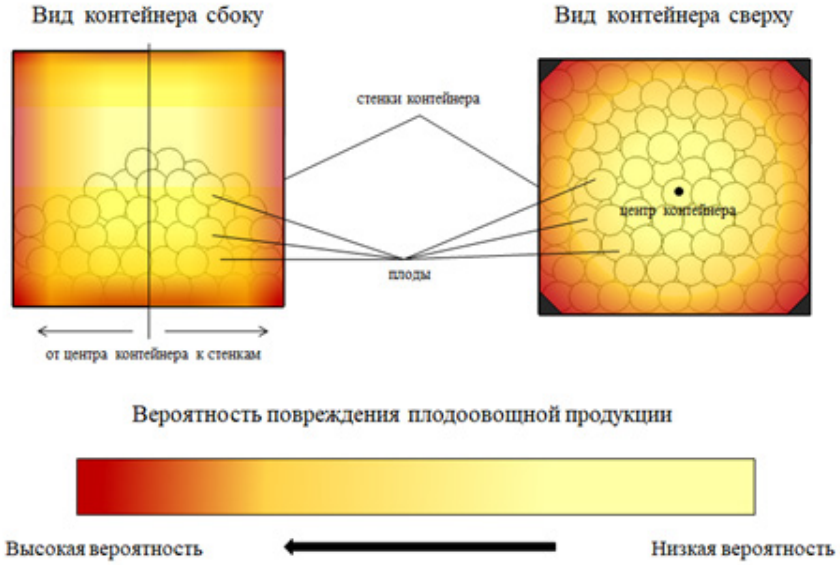
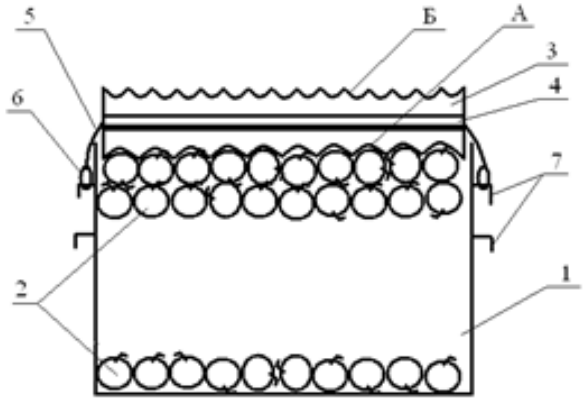


Рис 2 – Схема травмирования плодоовощной продукции, перевозимой в контейнере

Анализ современных конструкций средств для внутрихозяйственных перевозок как отечественного, так и зарубежного производства [8, 15] показывает, что при всем их многообразии имеются существенные возможности повышения сохранности плодоовощной продукции, в частности, за счет разработки тары (ящиков, контейнеров и пр.), снижающей травмируемость (особенно легкоповреждаемой продукции).

В частности, для решения описанной выше проблемы может быть рассмотрено следующее конструктивное решение. Оно включает в себя: контейнер 1; крышку контейнера (ячеистая форма) 3, размер и форма ячеек которой соответствуют размеру и форме перевозимого груза и выполненную из материала, обладающего демпфирующими свойствами; механизм крепления с регулируемым натягом (рис. 3).

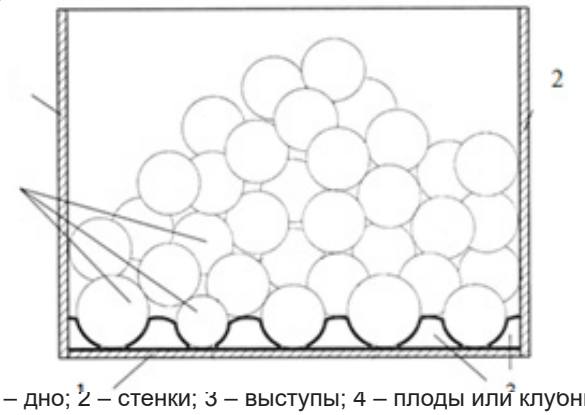


1 – контейнер; 2 – плоды; 3 – крышка; 4 – отверстие; 5 – резиновые жгуты; 6 – кольца; 7 – штифты

Рис. 3 – Контейнер (пат. №2332829)

Рассмотренное выше конструктивное решение позволяет снизить травмируемость перевозимого груза, препятствуя его подскоку вследствие действия вертикальных колебаний при движении транспортного средства.

Для решения проблемы, связанной с травмируемостью нижнего слоя плодов или клубней перевозимых контейнерным способом, возможно применение следующего конструктивного решения (рис.4)



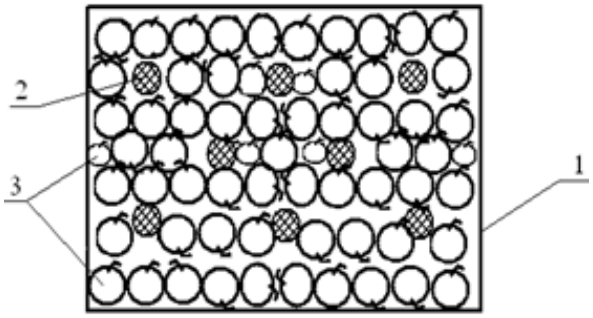
1 – дно; 2 – стенки; 3 – выступы; 4 – плоды или клубни.

Рис. 4 – Контейнер для перевозки плодоовощной продукции) (пат. №166384)

Представленный контейнер состоит из стенок и дна, на котором имеются расположенные в шахматном порядке выступы, образующие ячейки. Они имеют форму полусферы и выполнены из материала, обладающего демпфирующими свойствами (причем выступы полые и заполнены газом).

Данное конструктивное решение способствует снижению динамических воздействий на нижний слой перевозимой плодоовощной продукции и уменьшает количество повреждений находящихся в нем плодов.

Снижение количества повреждений перевозимого груза может быть достигнуто также за счет демпфирования перемещения продукции в горизонтальной плоскости путем закрепления на днище контейнера вертикальных гибких стоек, расположенных в шахматном порядке на расстоянии друг от друга и от стенок контейнера, не превышающим 20 % ширины контейнера, высота которых равна высоте контейнера, а диаметр не превышает 5 % высоты (рис. 5).



1 – контейнер; 2 – вертикальные гибкие стойки;
3 – плодоовощная продукция (плоды)

Рис. 5 – Устройство снижения травмируемости груза

Данное техническое решение обеспечивает снижение травмируемости перевозимого груза за счет минимизации перемещения продукции в горизонтальной плоскости контейнера.

Для оценки сохранности перевозимой в кузове автотранспортного средства легкоповреждаемой продукции были проведены лабораторные эксперименты. В испытаниях использовались два полимерных ящика (рисунки 6, 7) с размерами 600х400х200 мм и крышками из МДФ. В макетном образце был установлен демпфирующий материал (пенополиуретан волнообразного профиля, высота волны 35 мм) на дно, внутренние стенки и крышку (рис. 5).

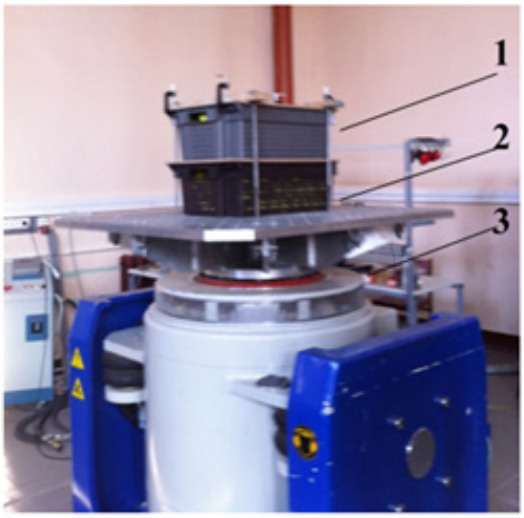
Для испытаний использовались яблоки сорта Антоновка обыкновенная, так как данный сорт является наиболее чувствительным к механическим повреждениям в таре, находящейся в эксплуатации в настоящее время в агропромышленном комплексе Рязанской области.

В 1-й ящик (макетный образец) заложили 74 плода, во 2-й (обыкновенный) – 55.

Рис. 6 – Ящик с демпфирующей внутренней поверхностью (макетный образец) с контрольными плодами (Пат. №176885, опубл. 31.01.2018, бюл. №4)

Рис. 7 – Ящик без демпфирующей поверхности с контрольными плодами

Общий вид лабораторной установки (Вибростенд ВСВ-250-445) представлен на рисунке 8.



1 – ящик (макетный образец); 2 –ящик (обыкновенный); 3 – вибростенд

Рис. 8 – Вибростенд ВСВ-250-445 с установленными на нем ящиками

Согласно результатам проведенных лабораторных испытаний использование усовершенствованной тары для транспортировки плодоовощной продукции существенно повышает ее сохранность: 89,1 % плодов высшего сорта; 7,3 % плодов первого сорта; 3,6 % плодов второго сорта.

Заключение

Предлагаемые варианты снижения количества повреждений плодовоовощной продукции являются одними из наиболее простых в реализации и не требуют специальных навыков в обслуживании и эксплуатации. Использование усовершенствованной тары для транспортировки плодоовощной продукции существенно повышает ее сохранность: 89,1% плодов высшего сорта; 7,3% плодов первого сорта; 3,6% плодов второго сорта.

Список литературы

1. Zahraee S.M., Shiwakoti N., Stasinopoulos P., Golroudbary S.R., Kraslawski A. Transportation system analysis of empty fruit bunches biomass supply chain based on delivery cost and greenhouse gas emissions // Procedia Manufacturing "30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2021". - 2020. - P. 1717-1722. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44989934

2. Перевозка грузов в сельском хозяйстве / Пискачев И.А., Терентьев В.В., Шемякин А.В. // В сборнике: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". 2016. С. 175-178. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29229926

3. Актуальные проблемы создания новых машин для промышленного садоводства / Измайлов А.Ю. и др. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 3. С. 20-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19398810

4. Импортозамещение специализированной сельскохозяйственной техники для садоводства / Завражнов А.И. и др. // Техника и оборудование для села. 2019. № 1. С. 2-6. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37077510

5. Актуальность разработки перспективной системы машин и технологий для производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации и Республике Беларусь / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. // В сборнике: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства. Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. 2015. С. 10-14. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24016063

6. К вопросу обоснования технико-экономического уровня сельскохозяйственных машин и оборудования / Измайлов А.Ю., Макаров В.А. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 6. С. 3-9. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27639425

7. Разработка интенсивных машинных технологий и новой энергонасыщенной техники для производства основных видов сельскохозяйственной продукции / Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 2-5. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19398810

8. Юхин, И. А. Снижение повреждений картофеля и яблок на внутрихозяйственных перевозках стабилизацией транспортных средств: дис. … доктора техн. наук / И. А. Юхин - Рязань, 2017. - 388 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30448678

9. Nazarova F.X., Xuramova X.M. Meva-sabzavot mahsulotlarini yetishtirish va qayta ishlashni rivojlantirish istiqbollari // Iqtisodiyot: Tahlillar va Prognozlar. - 2020. - № 3-4 (6-7). P. 98-104. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45841477.

10. Rahimov R.V., Khadjimukhametova M.A., Rakhmatov Z.X. Development of improved technical means for transportation fruits and vegetables // EUROPEAN SCIENCE REVIEW. – 2016. - № 1. P. 175-177 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25957068/

11. Инновационные решения в технологиях и технике для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции растениеводства / С.Н. Борычев и др. // В сборнике: Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф.. 2011. С. 395-403. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21193365

12. Byshov N.V., Borychev S.N., Kashirin D.E., Kokorev G.D., Kostenko M.Y., Rembalovich G.K., Simdyankin A.A., Uspensky I.A., Shemyakin A.V., Yukhin I.A., Danilov I.K., Ryadnov A.I., KOSUL'NIKOV R.A. Theoretical studies of the damage process of

easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation.// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.– 2018. – №13 (10). – P. 3502-3508.N.V. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35524843

13. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК / И.А. Успенский [и др.] //Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной конференции. – Саранск: Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23429911

14. Carl J. Rosen and Roger Eliason. Nutrient Management for Commercial Fruit and Vegetable Crops in Minnesota - Department of Soil, Water, and Climate University of Minnesota, 2005 – 40 p. DOI:10.5281/zenodo.2401443.

15. Byshov N.V., Borychev S.N., Simdyankin A.A., Yukhin I.A., Golikov A.A. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading (2018) // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. - P. 176-179. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43976207

REDUCTION OF DAMAGE TO AGRICULTURAL PRODUCTS DURING TRANSPORTATION

Usoltsev Alexander A., *postgraduate student of the department " Automotive Technology and Heat Power Engineering, qwertyuiop.5562@yandex.ru*

Panova Alla A., *postgraduate student of the department " Automotive Technology and Heat Power Engineering", panova.pgs@gmail.com*

Yukhin Ivan A., *doctor of technical Sciences, Associate Professor, head of the Department " Automotive Technology and Heat Power Engineering, yuival@rambler.ru*

Golikov Alexey, *Candidate of Technical Sciences, candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technical operation of transport", duke001@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

This article presents the generalized results of theoretical and experimental studies conducted to study the issue of injury to agricultural products transported in the body of vehicles (TS) in bulk or in specialized containers (within the framework of on-farm transportation). We are talking about damage to fruits caused by fluctuations in the cargo platform of the vehicle during their on-farm transportation and delivery to storage sites. The features of transportation of fruit and vegetable products by container method and the zones of the greatest danger to the cargo are analyzed. The article also presents the results of a patent and license review of the scientific and technical background of the authors of a scientific article in this field of research, according to the results of which new scientifically based technical solutions of devices for improving the safety of fruits during their transportation are proposed, in particular containers that reduce the amount of damage by increasing the contact area of fruits and reducing the space for free movement of cargo. The technical solutions proposed in the article aimed at reducing this negative factor are among the easiest to implement and do not require special skills in maintenance and operation. Laboratory experiments conducted with a model of a patented device for transporting fruit and vegetable products showed the safety of fruits when applying a vibration load: 89.1 % of fruits of the highest grade; 7.3 % of fruits of the first grade; 3.6 % of fruits of the second grade. It follows from the above that the continuation of research in this scientific direction is very relevant and arouses interest from the market and agricultural producers. These measures will contribute to the competitiveness of products when they are sold on the market.

Key words: *Damage process, easily damaged products, on-farm transportation, vehicle, container*

Literatura

1. Zahraee S.M., Shiwakoti N., Stasinopoulos P., Golroudbary S.R., Kraslawski A. Transportation system analysis of empty fruit bunches biomass supply chain based on delivery cost and greenhouse gas emissions // Procedia Manufacturing "30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2021". - 2020. - P. 1717-1722. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44989934

2. Perevozka gruzov v sel'skom hozyajstve / Piskachev I.A., Terent'ev V.V., SHemyakin A.V. // V sborni-ke: Innovacionnoe razvitie sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy na-cional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Fede-racii; Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazova-niya "Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva". 2016. S. 175-178. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29229926

3. Aktual'nye problemy sozdaniya novyh mashin dlya promyshlennogo sadovodstva / Izmajlov A.YU. i dr. // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2013. № 3. S. 20-23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19398810

4. Importozameshchenie specializirovannoj sel'skohozyajstvennoj tekhniki dlya sadovodstva / Zav-razhnov A.I. i dr. // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2019. № 1. S. 2-6. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37077510

5. Aktual'nost' razrabotki perspektivnoj sistemy mashin i tekhnologij dlya proizvodstva osnovnyh vidov sel'skohozyajstvennoj produkcii v Rossijskoj Federacii i Respublike Belarus' / Izmajlov A.YU., Lobachevskij

YA.P. // V sbornike: Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya reali-zacii Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva. Sbornik nauchnyh dokladov Mezhdu-narodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut me-hanizacii sel'skogo hozyajstva. 2015. S. 10-14. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24016063

6. K voprosu obosnovaniya tekhniko-ekonomicheskogo urovnya sel'skohozyajstvennyh mashin i oborudovaniya / Izmajlov A.YU., Makarov V.A. // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2016. № 6. S. 3-9. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27639425

7. Razrabotka intensivnyh mashinnyh tekhnologij i novoj energonasyshchennoj tekhniki dlya proizvod-stva osnovnyh vidov sel'skohozyajstvennoj produkcii / Izmajlov A.YU., SHogenov YU.H. // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2016. № 5. S. 2-5. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19398810

8. YUhin, I. A. Snizhenie povrezhdenij kartofelya i yablok na vnutrihozyajstvennyh perevozkah stabi-lizaciej transportnyh sredstv: dis. … doktora tekhn. nauk / I. A. YUhin - Ryazan', 2017. - 388 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30448678

9. Nazarova F.X., Xuramova X.M. Meva-sabzavot mahsulotlarini yetishtirish va qayta ishlashni rivojlantirish istiqbollari // Iqtisodiyot: Tahlillar va Prognozlar. - 2020. - № 3-4 (6-7). R. 98-104. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45841477.

10. Rahimov R.V., Khadjimukhametova M.A., Rakhmatov Z.X. Development of improved technical means for transportation fruits and vegetables // EUROPEAN SCIENCE REVIEW. – 2016. - № 1. P. 175-177 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25957068/

11. Innovacionnye resheniya v tekhnologiyah i tekhnike dlya vnutrihozyajstvennyh perevozok plodo-ovoshchnoj produkcii rastenievodstva / S.N. Borychev i dr. // V sbornike: Innovacionnye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya - osnova modernizacii sel'skogo hozyajstva Sbornik nauchnyh dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. Otvetstvennyj redaktor: Lachuga YU.F.. 2011. S. 395-403. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21193365

12. Byshov N.V., Borychev S.N., Kashirin D.E., Kokorev G.D., Kostenko M.Y., Rembalovich G.K., Simdyankin A.A., Uspensky I.A., Shemyakin A.V., Yukhin I.A., Danilov I.K., Ryadnov A.I., KOSUL'NIKOV R.A. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body dur-ing the on-farm transportation.// ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.– 2018. – №13 (10). – P. 3502-3508.N.V. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35524843

13. K voprosu modernizacii transportnyh sredstv dlya APK / I.A. Uspenskij [i dr.] //Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy: sbornik nauchnyh trudov mezhdu-narodnoj konferencii. – Saransk: Izd-vo FGBOU VPO «MGU im. N.P. Ogaryova», 2014. – S. 181-187. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23429911

14. Carl J. Rosen and Roger Eliason. Nutrient Management for Commercial Fruit and Vegetable Crops in Minnesota - Department of Soil, Water, and Climate University of Minnesota, 2005 – 40 p. DOI:10.5281/zenodo.2401443.

15. Byshov N.V., Borychev S.N., Simdyankin A.A., Yukhin I.A., Golikov A.A. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading (2018) // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. - P. 176-179. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43976207

УДК 631.173 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.91.36.016***

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspensckij@yandex.ru*

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*

РАКУЛ Елена Анатольевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры автоматики, физики и математики Брянского государственного аграрного университета, wmf@bgsha.com*

ЮХИН Иван Александрович, *д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, ivan.uspensckij@yandex.ru*

© Успенский И. А., Лимаренко Н. В., Ракул Е. А., Юхин И. А., Воробьев Д. А., 2021 г.

ВОРОБЬЕВ Денис Александрович, *аспирант кафедры техническая эксплуатация транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,*

Проблема и цель. *Рассмотрены вопросы прогнозирования износа тормозных колодок автомобилей ГАЗель (ГАЗ-А21R33) при их использовании в пригородных грузоперевозках Рязанской области. Обоснована актуальность своевременной диагностики состояния элементов тормозных систем и ее связь с безопасностью эксплуатации. Установлено, что в настоящее время отсутствуют вероятностно- статистические модели прогнозирования износа тормозных колодок, позволяющие учитывать эксплуатационные факторы (тип и характер маршрута, стиль вождения и т.п.). На основании чего доказана актуальность проводимого исследования, целью которого является разработка вероятностной модели прогнозирования износа тормозных колодок на основании оценки плотностей вероятности их распределений.*

Методология. *Объектом исследования является тормозная колодка автомобиля ГАЗ- А21R33 (ГАЗель NEXT). Определение фрикционных свойств и уровня износа тормозных колодок производилось с помощью оценки изменения толщины фрикционного материала с помощью микрометра в пяти точках, четыре из которых расположены по контору и одна в центре исследуемого объекта. Формирование вероятностной модели прогнозирования износа тормозных колодок осуществлялось с использованием метода оценки распределения плотности вероятностей износа и проверки гипотезы сформированного массива данных в зависимости от характера повреждений, пробега на соответствие распределения нормальному закону.*

Результаты. *В ходе проведённого исследования определены статистические характеристики массива данных, содержащего зависимость величины износа от пробега транспортного средства, при формировании которого учтено влияние эксплуатационных факторов. Проведена оценка распределения плотностей вероятностей износа фрикционного материала в зависимости от пробега транспортного средства на его соответствие нормальному закону. Установлены зависимости величины износа фрикционного материала тормозной колодки от величины пробега с вероятностью 95%: при пробеге 55 800 км – толщина фрикционного слоя составляет 3,44-3,53 мм; при пробеге 91 256 км – толщина фрикционного слоя составляет 2,96-3,03 мм; при пробеге 126 757 км – толщина фрикционного слоя составляет 2,80-2,91, что соответствует 80 %-му износу эксплуатационного ресурса тормозной системы. Для всех трёх вариантов пробега подтверждена гипотеза о нормальном законе распределения, что позволяет в дальнейшем перейти к использованию методов математической теории планирования эксперимента при проведении экспериментальных исследований.*

Заключение. *Полученные результаты представляют исходные данные для формирования цифровизированной системы и базы данных автоматизированной оценки и прогнозирования износа тормозных колодок в зависимости от пробега.*

Ключевые слова: *автомобиль, испытания, ресурс, тормозная колодка.*

Введение

Своевременная диагностика износа элементов транспортного средства определяется необходимостью оперативной оценки состояния и свойств фрикционного материала на всех этапах его жизненного цикла. Невыполнение данных требований приводит к повреждению и преждевременному нарушению эксплуатационных свойств данных элементов. Установлено [1], что наибольший интерес представляет исследование износа и его прогнозирование в тормозных системах, в частности, дисках и барабанах. Износ тормозных колодок выше допустимой нормы приводит к значительному увеличению тормозного пути транспортного средства, разрушению фрикционного материала и ДТП [2]. Согласно данным научного центра безопасности дорожного движения РФ порядка 15 % всех дорожно-транспортных происшествий происходит из-за эксплуатации технически несправных транспортных средств, из которых в 35 % случаев неисправна тормозная система [3]. Убытки от ДТП наносят существенный ущерб экономике РФ, составляющий около 2,5 % от ВВП страны. Соответственно, задача своевременного диагностирования износа тормозных колодок автомобилей, эксплуатируемых в сельском хозяйстве, является актуальной для науки и техники.

Анализ работ по данному вопросу позволил выделить следующие факторы, способные оказывать влияние на величину износа [4]:

– условия эксплуатации транспортного средства включают: топографические параметры автомобильной дороги (подъемы, спуски, повороты, тип дорожного покрытия и т.д.);

– природно-климатические свойства, определяемые температурой, влажностью, давлением окружающего воздуха, интенсивностью осадков, сезонным изменением состояния дорожного покрытия;

– дальность перевозок, расстояния между остановочными пунктами, вид и характеристики груза, текущее состояние тормозной системы (тормозного суппорта, наличия коррозии на поршне тормозного механизма, степени износа или повреждений тормозного диска и других механических дефектов системы), материал фрикционной накладки.

Техническим параметром, характеризующим эффективность свойств тормозных колодок, позволяющим определить состояние фрикционного материала, является коэффициент трения. Согласно [5,6] установлено, что износ тормозных

колодок, которые содержат органику и графит, наступает быстрее, однако при этом не так сильно изнашивается тормозной диск. Также установлено, что износ полуметаллических, жёстких тормозных колодок, фрикционная смесь которых более светлого цвета, происходит медленнее, но при этом наступает более быстрая и интенсивная деформация тормозных дисков. На основании анализа априорной информации, интервьюирования технических сервисов установлено, что при наличии антиблокировочной системы (ABS) в транспортном средстве эксплуатационный ресурс фрикционных элементов тормозной системы увеличивается за счёт оптимизации тормозного усилия между фрикционными элементами силовых агрегатов. Существенным образом на эксплуатационный ресурс также влияет стиль вождения, определяемый наличием частых агрессивных торможений и других факторов при езде в городских условиях и на магистралях [7-10].

На основании анализа работ по данной тематике установлено, что комплексные статистически обоснованные решения прогнозирования износа тормозных колодок автомобилей, эксплуатируемых в сельском хозяйстве с учётом всей специфики, в настоящее время отсутствуют, что делает необходимым проведение дополнительных исследований.

Цель исследования – разработка вероятностной модели прогнозирования износа тормозных колодок на основании оценок плотностей вероятности их распределений.

Материалы и методы

Объектом исследования является тормозная колодка автомобиля ГАЗ-А21R33 (ГАЗель NEXT). Установлено, что для прогнозирования процесса изнашивания фрикционного материала необходимо определить плотность вероятности функции её распределения и проверить соответствие основным статистическим гипотезам.

Определение фрикционных свойств и уровня износа тормозных колодок производилось путем оценки изменения толщины фрикционного материала с помощью микрометра в пяти точках, четыре из которых расположены по контору и одна в центре исследуемого объекта. Схема замеров износа тормозных колодок описанным методом представлена на рисунке 1.

Для формирования вероятностной модели прогнозирования износа тормозных колодок было принято решение осуществить проверку гипотезы о нормальном законе распределения сформированного массива данных зависимости характера повреждений от пробега.

Для нормального закона теоретическое распределение плотности вероятностей имеет вид:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

где x – переменная, для которой высчитывается значение функции, т.е. плотность вероятности;

π – соотношение длины окружности и его диаметра, равно примерно 3,142;

e – основание натурального логарифма, равно примерно 2,718;

m – математическое ожидание;

σ^2 – дисперсия воспроизводимости;

Рис. 1 – Общий вид тормозной колодки с обозначением контрольных точек оценки износа 1,2,3,4,5 – точки оценки износа тормозной колодки автомобиля ГАЗель
6 – Микрометр МК 0-50мм, ГОСТ6509-60

Установлено, что математическое ожидание и дисперсия воспроизводимости называются параметрами распределения, определяющими форму конкретной кривой [11,12,13]. Поскольку численные значения данных параметров априори неизвестны, то в качестве их оценок рационально принять аналогичные им параметры эмпирического распределения.

Дисперсия воспроизводимости D(y) и средняя квадратичная ошибка эксперимента S(y) определялись по соответствующим формулам:

$$D_{(y)} = \frac{1}{N}\sum_{u=1}^{N} D_u = \frac{1}{29}\sum_{u=1}^{N} D_u$$

среднеквадратичная ошибка эксперимента:

$$S_{(y)} = \sqrt{D_{(y)}}$$

Расчётное значения критерия согласия Пирсона определялось исходя из выражения:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(m_i - m_i')^2}{m_j'}$$

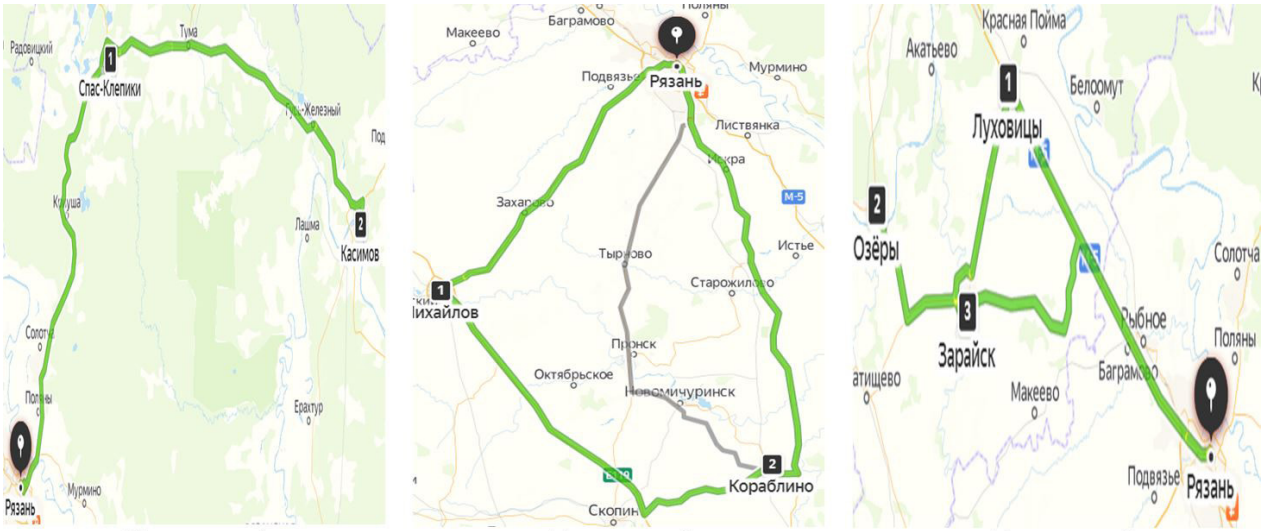
Формирование репрезентативной выборки для определения износа тормозных колодок осуществлялось экспериментально, путём дискретных измерений толщины фрикционного слоя тормозной колодки через каждые 5 000 км, с учётом продолжительности маршрута. В качестве маршрутов были приняты 3 направления движения транспортного средства различной продолжительности. На основании проведённых исследований для каждого из маршрутов были сформированы выборки объёмом 100 наблюдений.

Результаты и обсуждение.

Выбор марки транспортного средства был об-

условлен высокой долей загруженности и точно выдержанного интервала пробега, а также возможностью измерений толщины фрикционного материала через заданный интервал пробега.

Выбор условий эксплуатации коммерческого транспорта и управляющей автоколонны компании ООО «ВДМТ» г. Рязань производился, исходя из назначения автомобиля и направлений грузоперевозок на данных маршрутах. Маршруты, реализуемые в ходе исследования, представлены на рисунке 2.



Маршрут 1 *Маршрут 2* *Маршрут 3*

Рис. 2 – Схема маршрутов движения транспортных средств

Оценка работы тормозной системы при эксплуатации транспортного средства на маршруте проводилась на основе достоверных данных от водителя по следующим показателям:

– величина тормозного пути (м),

– отклонение автомобиля от траектории следования при торможении.

– аудиоидентификация посторонних эффектов (металлический скрежет) при торможении.

Уровень шума (дБА) в зоне действия тормозного диска и фрикционного материала измерялся на подвижном автомобиле со скоростью 10 км/ч с помощью установленной на смартфон программы «Шумомер», находящейся в свободном доступе, приемлемой для экспресс-измерений. Результат замера акустических колебаний, производимых тормозными механизмами, представлен на рисунке 3.

Полученный результат в виде значения равного 94,06 дБА эквивалентного уровня звука за временной интервал измерения не превышает предельно допустимого значения в 96 дБА, регламентированного для транспортных средств категории N_1 до 3,5 тонн согласно ГОСТ Р 52231-2004 [14].

Толщина фрикционного материла тормозной колодки оценивалась, с участием одного из авторов, каждые 1500 км. Техническое состояние деталей рабочей тормозной системы диагностировалось согласно требованиям руководства по эксплуатации автотранспортного средства.

На основании проведённых исследований был сформирован массив данных, представленный в таблице 1, позволяющий проследить влияние пробега автомобиля на величину и тип износа тормозных колодок.

Рис. 3 – Результат замера шума в тормозной системе подконтрольного транспортного средства с помощью программы «Шумомер»

Таблица 1 – Результаты контрольной эксплуатации коммерческого автотранспорта марки «ГАЗель» (ГАЗ – A21R33), укомплектованного тормозными колодками марки «Эллайд Ниппон»

№ п/п	Номер государственной регистрации	Марка	Дата и показание спид. на нач наблюд., км	Дата и величина пробега до замены, км	Индикаторы изменения эксплуатационных свойств
1	н 645 ре 62	ГАЗ-A21R33	(29.09.2020 г.) 55800	(14.01.2021 г.) 29300	Снижение эффективности торможения, толщина фрикционного слоя менее 3,2 мм. Износ тормозных дисков

Продолжение таблицы 1

2	с 569 ма 62	ГАЗ-А21R33	(06.12.2020 г.) 91256	(15.03.2021 г.) 27121	Вибрация при торможении. Неравномерный износ тормозных колодок. Трещина в фрикционном слое. Остаточная толщина фрикционного слоя менее 2,8 мм.
3	а 315 ве 62	ГАЗ-А21R33	(01.03.2021 г.) 97757	(26.05.2021 г.) 126757	Окончание срока контрольной эксплуатации. Остаточная толщина менее 3,0мм.

Анализ данных, представленных в таблице 1 и применение к ним методики оценки плотности вероятностей износа тормозных колодок в зависимости от пробега автомобиля ГАЗ позволил получить следующие результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические характеристики плотности вероятностей износа тормозных колодок в зависимости от пробега и маршрута

№	Границы интервалов			Эмпирическая частота mj	Теоретические частоты mi	Частость случайной величины	Проверка соответствия критерию согласия Пирсона	Критическое значение критерия Пирсона
	Нижняя	Верхняя	Средняя					
Маршрут (1-й пробег) 55 800 км								
1	3,26	3,35	3,302	16,00	7,97	2,286	4,03	
2	3,35	3,44	3,394	15,00	14,91	2,143	0,00	
3	3,44	3,53	3,486	20,00	20,70	2,857	0,02	
4	3,53	3,62	3,578	16,00	21,30	2,286	1,75	
5	3,62	3,72	3,670	15,00	16,25	2,143	0,10	
6	3,72	3,81	3,762	13,00	9,19	1,857	1,12	
7	3,81	3,90	3,854	5,00	3,85	0,714	0,26	
			Σ	100	93,09	14,28	7,29	15,51
Маршрут (2-й пробег) 91 256 км								
1	2,77	2,84	2,80	16,00	7,50	2,29	4,52	
2	2,84	2,92	2,88	15,00	13,71	2,14	0,11	
3	2,92	2,99	2,96	15,00	19,16	2,14	1,16	
4	2,99	3,07	3,03	16,00	20,49	2,29	1,26	
5	3,07	3,15	3,11	15,00	16,75	2,14	0,21	
6	3,15	3,22	3,19	15,00	10,48	2,14	1,36	
7	3,22	3,30	3,26	8,00	5,01	1,14	1,12	
			Σ	100	93,094	14,28	9,73	15,51
Маршрут (3-й пробег) 126 757 км								
1	2,53	2,64	2,59	16,00	7,59	2,29	4,42	
2	2,64	2,75	2,70	15,00	13,93	2,14	0,08	
3	2,75	2,86	2,80	16,00	19,44	2,29	0,74	
4	2,86	2,97	2,91	15,00	20,64	2,14	2,12	
5	2,97	3,07	3,02	16,00	16,67	2,29	0,03	
6	3,07	3,18	3,13	15,00	10,24	2,14	1,51	
7	3,18	3,29	3,24	7,00	4,79	1,00	0,70	
			Σ	100	93,29	14,28	9,59	15,51

На рисунках 4,5,6 представлены зависимости распределений плотности вероятностей износа тормозных колодок в зависимости от пробега: 55 800 км, 91 256 км, 126 757 км.

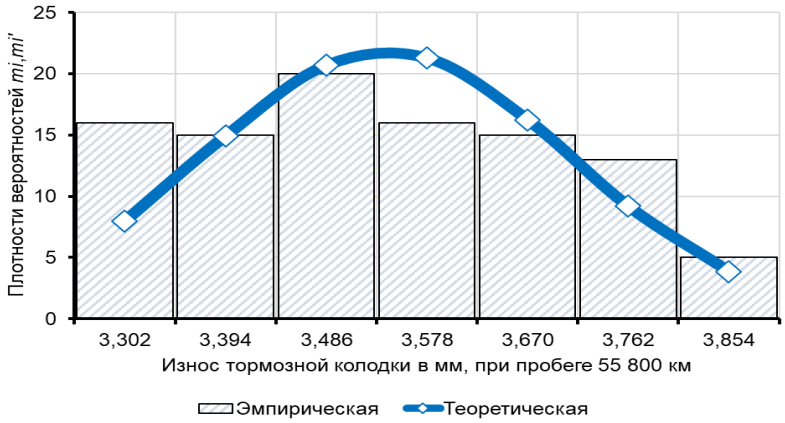


Рис. 4 – Нормальное распределение плотности вероятностей износа тормозных колодок автомобиля ГАЗ при пробеге 55 800 км на маршруте 1

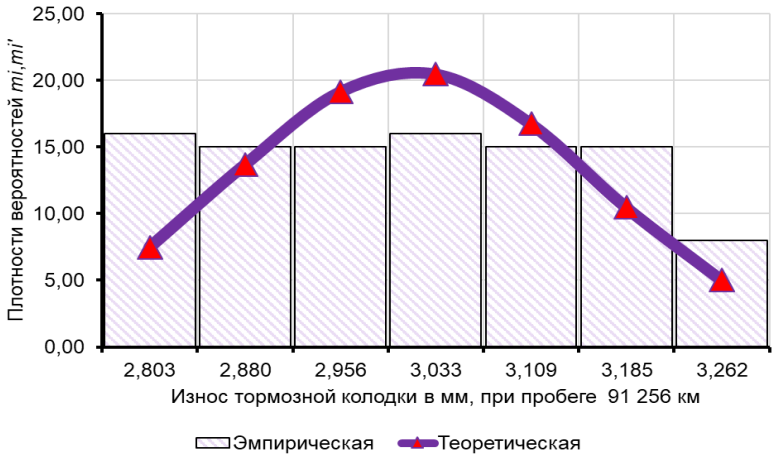


Рис.5 – Нормальное распределение плотности вероятностей износа тормозных колодок автомобиля ГАЗ при пробеге 91 256 км на маршруте 2

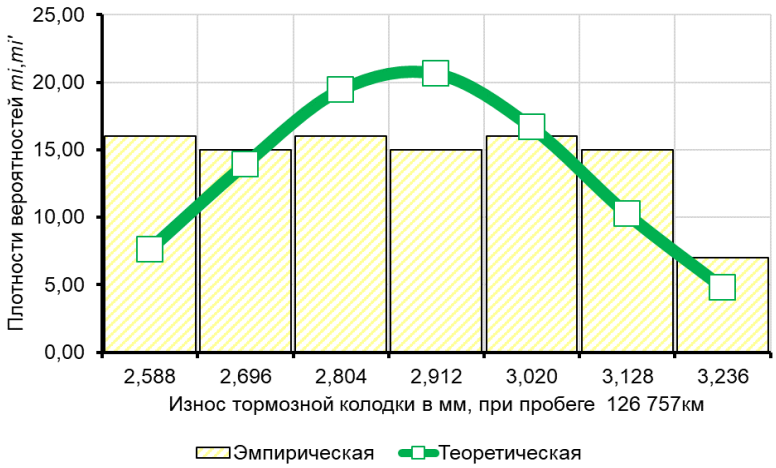


Рис. 6 – Нормальное распределение плотности вероятностей износа тормозных колодок автомобиля ГАЗ при пробеге 126 757 км на маршруте 3

Как показал анализ рисунков 4, 5, 6, а также статистических характеристик, представленных в таблице 2, во всех случаях расчётные значения критерия согласия Пирсона не превышают его критических значений, соответственно, плотности вероятностей анализируемых массивов данных соответствуют нормальному закону распределения. В таблице 3 представлены статистические параметры плотности вероятностей распределения износа тормозных колодок.

Таблица 3 – Статистические параметры плотности вероятностей распределения износа тормозных колодок

№ п/п	Статистический параметр	Пробег, км.		
		55 800	91 256	126 757
1	Дисперсия воспроизводимости	0,027571957	0,021283027	0,041668753
2	Среднее отклонение	0,166048057	0,145887037	0,204129256
3	Расчётное значение критерия согласия Пирсона	9,73	9,73	9,59
4	Критическое значение критерия согласия Пирсона	15,51		
5	Вывод о подтверждении/не подтверждении рассматриваемой выборки гипотезы о нормальном законе распределения	Гипотеза подтверждена!		

Выводы

В ходе проведённого исследования получены следующие результаты:

– разработана методика оценки износа тормозных колодок с использованием микрометра в пяти точках;

– сформирован статистический массив данных, позволяющий оценить влияние эксплуатационных факторов на износ тормозных колодок автомобилей ГАЗ в зависимости от пробега и маршрута;

– проведена оценка соответствия распределений плотности вероятностей износа тормозных колодок закону нормального распределения в зависимости от пробега: 55 800, 91 256, 126 757 км;

– доказано соответствие полученных выборок закону нормального распределения с помощью критерия согласия Пирсона.

Полученные результаты представляют собой вероятностную модель прогнозирования износа тормозных колодок на основании оценок плотностей вероятности их распределений, что позволяет использовать методы математической теории планирования эксперимента при проведении дальнейших экспериментальных исследований. Полученные результаты могут представлять также исходные данные для формирования цифровизированной системы оценки и прогнозирования износа тормозных колодок в зависимости от пробега.

Список литературы

1. Тюрин, С.В. Ускоренная оценка долговечности тормозных накладок на основе выбора режимов подконтрольной эксплуатации автотранспортных средств: дисс. канд. техн. наук: 05.22.10 / С.В. Тюрин; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2014. – 143 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01005548431

2. Ревин, А.А. Экспресс-оценка долговечности тормозных накладок по результатам подконтрольной эксплуатации автотранспортных средств / А. А. Ревин, С. В. Тюрин, М.В. Полуэктов – Москва: Инновационное машиностроение, 2015. – 148 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01008571197

3. ФКУ Научный центр БДД МВД России: официальный сайт. – Москва. – URL: https://нцбдд.мвд.рф/ (Дата обращения 01.09.2021). – Текст: электронный.

4. Осипов, Г.В. Метод диагностирования тормозных механизмов автомобиля: дисс. канд. техн. наук: 05.22.10 / Г.В. Осипов; Курганский государственный университет. – Тюмень, 2004. – 145 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002742085

5. Завод тормозных колодок «Маркон»: официальный сайт. – Ярославль. – URL: https://www.markon.ru/tormoznyie-kolodki-na-zakaz/ (Дата обращения: 01.09.2021). – Текст: электронный.

6. Состав тормозных колодок: официальный сайт. – Москва. – URL: http://www.galferrussia.ru/stati/sostav-kolodok.html (Дата обращения: 01.09.2021). – Текст: электронный.

7. Тюрин, С.В. Исследования изменения эффективности торможения между очередными техническими обслуживаниями / С.В Тюрин, А.А. Ревин, Р.К. Касимов, Г.В. Бойко, В.Н. Федотов// Известия ВолгГТУ. – 2013. – №21 (124). – С.41-44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20901094

8. Тюрин, С.В. Режимы стендовых испытаний для экспресс оценки долговечности тормозных накладок микроавтобусов семейства ГАЗ / С.В. Тюрин, Г.В. Бойко, В.Н. Федотов В.Н, А.С. Гавриченко. // Международный научный журнал «Молодой учёный». – 2016. – №14 (118). – С.178-182. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26389061

9. Варданян, Г.В. Разработка методики определения ресурсных показателей тормозной системы автомобиля Газель / Г.В. Варданян // Национальный аграрный университет Армении. Евразийский союз ученых. – 2018. – № 6 (51). – С.32-35. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35310671

10. Варданян, Г.В Изменение некоторых технико-эксплуатационных и ресурсных показателей тормозной системы автомобиля Газель / Г.В. Варданян // Евразийский союз ученых. – 2018. – №5 (50). – с.16 –18. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-nekotoryh-tehniko-ekspluatatsionnyh-i-resursnyh-pokazateley-tormoznoy-sistemy-avtomobilya-gazel

11. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: уч. пособие ля ВУЗов / В.Е. Гмурман. – М.: Высш. шк. – 2003. – 479 с. URL: https://lib.agu.site/books/113/89/

12. Александровская, Л.Н. Выбор ряда критериев проверки отклонения распределения вероятностей от нормального закона в практике инженерного статистического анализа / Л.Н. Александровская, А.В. Кириллин, О.Б. Кербер // Труды

ФГУП "НПЦАП". Системы и приборы управления. – 2017. – № 1. – С. 42-52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29852462

13. Бышов, Н.В. Исследование распределения плотности вероятностей патогенных маркеров свиного бесподстилочного навоза / Н.В. Бышов, Н.В. Лимаренко, И.А. Успенский, С.Д. Фомин [и др.] / Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 4 (56). – с. 215-227. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42705998

14. ГОСТ Р 52231-2004. Внешний шум автомобилей в эксплуатации – Москва: Общероссийский Классификатор Стандартов, 2006. – 11 с. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200035699

PROBABLE MODEL FOR PREDICTION OF BRAKE PAD WEAR

Uspenskiy Ivan A., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of technical operation of transport, ivan.uspensckij@yandex.ru*

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*

Rakuʟ Elena A., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University, wmf@bgsha.com*

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

Vorobyov Denis A., post-graduate student of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, worobey1@mail.ru

Problem and purpose. *The issues of predicting the wear of the brake pads of GAZelle (GAZ-A21R33) vehicles using in suburban transportation of the Ryazan region are considered. The urgency of timely diagnostics of the state of elements of brake systems and their connection with operational safety has been substantiated. It has been established that at present there are no probabilistic statistical models for predicting the wear of brake pads, which make it possible to take into account operational factors (type and nature of the route, driving style, etc.). On the basis of this, the relevance of the study was proved, the purpose of which is to develop a probabilistic model for predicting the wear of brake pads based on an assessment of the probability densities of their distributions.*

Methodology. *The object of the research is the brake shoe of the GAZ-A21R33 automobile (GAZelle NEXT). The determination of the frictional properties and the level of wear of the brake pads was carried out by assessing the change in the thickness of the friction material using a micrometer at five points, four of which are located in the office and one in the center of the object under study. The formation of a probabilistic model for predicting the wear of brake pads was carried out using the method for assessing the distribution of the density-probability of wear and testing the hypothesis of the formed data array depending on the nature of the damage, the mileage for their compliance with the normal distribution law.*

Results*. In the course of the study, the statistical characteristics of the array were determined, the data containing the dependence of the amount of wear on the mileage of the vehicle during the formation of which the influence of operational factors was taken into account. The estimation of the probability densities of the friction material was carried out depending on the vehicle mileage for its compliance with the law of normal distribution. Dependences of the amount of wear of the friction material of the brake shoe on the value of the run have been established: with a run of 55 800 km - the thickness of the friction layer is 3.033 mm; with a mileage of 91,256 km - the thickness of the friction layer is 3.578 mm; with a mileage of 126,757 km - the thickness of the friction layer is 2.912 mm, which corresponds to 80% wear of the service life of the brake system. For all three variants of the path, the hypothesis of the normal distribution law was confirmed, which allows us to switch to the use of methods of the mathematical theory of experiment planning in conducting experimental research in the future.*

Conclusion. *The obtained results represent the initial data for the formation of a digitalized system and a database for automated assessment and forecasting of brake pad wear depending on the mileage.*

Key words: *a car, tests, resource, brake shoe.*

Literatura

1. Tyurin, S.V. Uskorennaya ocenka dolgovechnosti tormoznyh nakladok na osnove vybora rezhimov podkontrol'noj ekspluatacii avtotransportnyh sredstv: diss. kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / S.V. Tyurin; Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. – Volgograd, 2014. – 143 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01005548431

2. Revin, A.A. Ekspress-ocenka dolgovechnosti tormoznyh nakladok po rezul'tatam podkontrol'noj ekspluatacii avtotransportnyh sredstv / A. A. Revin, S. V. Tyurin, M.V. Poluektov – Moskva: Innovacionnoe mashinostroenie, 2015. – 148 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01008571197

3. FKU Nauchnyj centr BDD MVD Rossii: oficial'nyj sajt. – Moskva. – URL: https://ncbdd.mvd.rf/ (Data obrashcheniya 01.09.2021). – Tekst: elektronnyj.

4. Osipov, G.V. Metod diagnostirovaniya tormoznyh mekhanizmov avtomobilya: diss. kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / G.V. Osipov; Kurganskij gosudarstvennyj universitet. – Tyumen', 2004. – 145 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002742085

5. Zavod tormoznyh kolodok «Markon»: oficial'nyj sajt. – YAroslavl'. – URL: https://www.markon.ru/tormoznyie-kolodki-na-zakaz/ (Data obrashcheniya: 01.09.2021). – Tekst: elektronnyj.

6. Sostav tormoznyh kolodok: oficial'nyj sajt. – Moskva. – URL: http://www.galferrussia.ru/stati/sostav-kolodok.html (Data obrashcheniya: 01.09.2021). – Tekst: elektronnyj.

7. Tyurin, S.V. Issledovaniya izmeneniya effektivnosti tormozheniya mezhdu ocherednymi tekhnicheskimi obsluzhivaniyami / S.V Tyurin, A.A. Revin, R.K. Kasimov, G.V. Bojko, V.N. Fedotov// Izvestiya VolgGTU. – 2013. – №21 (124). – S.41-44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20901094

8. Tyurin, S.V. Rezhimy stendovyh ispytanij dlya ekspress ocenki dolgovechnosti tormoznyh nakladok mikroavtobusov semejstva GAZ / S.V. Tyurin, G.V. Bojko, V.N. Fedotov V.N, A.S. Gavrichenko. // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Molodoj uchyonyj». – 2016. – №14 (118). – S.178-182. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26389061

9. Vardanyan, G.V. Razrabotka metodiki opredeleniya resursnyh pokazatelej tormoznoj sistemy avtomobilya Gazel' / G.V. Vardanyan // Nacional'nyj agrarnyj universitet Armenii. Evrazijskij soyuz uchenyh. – 2018. – № 6 (51). – S.32-35. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35310671

10. Vardanyan, G.V Izmenenie nekotoryh tekhniko-ekspluatacionnyh i resursnyh pokazatelej tormoznoj sistemy avtomobilya Gazel' / G.V. Vardanyan // Evrazijskij soyuz uchenyh. – 2018. – №5 (50). – s.16 –18. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-nekotoryh-tehniko-ekspluatatsionnyh-i-resursnyh-pokazateley-tormoznoy-sistemy-avtomobilya-gazel

11. Gmurman, V.E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: uch. posobie lya VUZov / V.E. Gmurman. – M.: Vyssh. shk. – 2003. – 479 s. URL: https://lib.agu.site/books/113/89/

12. Aleksandrovskaya, L.N. Vybor ryada kriteriev proverki otkloneniya raspredeleniya veroyatnostej ot normal'nogo zakona v praktike inzhenernogo statisticheskogo analiza / L.N. Aleksandrovskaya, A.V. Kirillin, O.B. Kerber // Trudy FGUP "NPCAP". Sistemy i pribory upravleniya. – 2017. – № 1. – S. 42-52. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29852462

13. Byshov, N.V. Issledovanie raspredeleniya plotnosti veroyatnostej patogennyh markerov svinogo bespodstilochnogo navoza / N.V. Byshov, N.V. Limarenko, I.A. Uspenskij, S.D. Fomin [i dr.] / Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2019. – № 4 (56). – s. 215-227. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42705998

14. GOST R 52231-2004. Vneshnij shum avtomobilej v ekspluatacii – Moskva: Obshcherossijskij Klassifikator Standartov, 2006. – 11 s. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200035699

УДК 631.22.018 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.68.78.017***

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ТЕХНИКУ

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,ivan.uspenskij@yandex.ru*

ФАДЕЕВ Иван Васильевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой машиноведения, Волжский филиал Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, *д-р техн. наук, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, university@rgatu.ru*

ЛИМАРЕНКО Николай Владимирович, *канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники и электроники, Донской государственный технический университет, limarenkodstu@yandex.ru*

АНТОНЕНКО Максим Владимирович, *аспирант кафедры технической эксплуатации транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, m.antonenko.pgs@yandex.ru*

Проблема и цель. *Известно, что машины, работающие в сельском хозяйстве, несут большую физическую нагрузку. На примере Рязанской области можно увидеть, что эксплуатация техники*

© Успенский И. А., Фадеев И. В., Шемякин А. В., Лимаренко Н. В., Антоненко М. В., 2021 г.

проходит в бездорожье и сложных геологических условиях. В результате техника подвержена воздействию дорожной грязи и растительных фрагментов, продуктов сжигания и разложения топлива, масел и их остатков, негативного воздействия удобрений и ядохимикатов, влияющих на коррозийную стойкость металла. На моечных станциях используют различные способы очистки, качество которых зависит от типа воздействия на загрязнения – химического, комплексного физико-химического, механического. Каждая из используемых технологий влечет за собой значительные экономические затраты; их применение наносит вред окружающей среде, повышает риск заболеваемости специалистов, работающих с техникой. Целью настоящей работы является исследование основных типов очищающих средств, используемых при мойке сельхозмашин при техническом обслуживании и ремонте.

***Методология.** Для достижения поставленной цели был проведен анализ применения моющих средств в зависимости от ряда факторов с использованием теории планирования эксперимента.*

***Результаты**. В результате проведенных исследований сделаны выводы об эффективности использования качественных параметров моющих компонентов. Ранжирование статистически значимых оценок коэффициентов, варьируемых параметров для моющих средств с учетом их воздействия на технические средства подтвердило следующие влияния: время помывки при использовании моющего средства Лабомид-20 – параметр x_2; время помывки при использовании каустической соды – параметр x_1; время помывки при использовании щелочного препарата МС-8 – параметр x_3. На основании анализа оценок коэффициентов можно построить критическую матрицу ранжирования факторного пространства.*

***Заключение.** Полученное уравнение представляет собой исходные данные для учёта дополнительных факторов с последующим решением оптимизационной задачи.*

***Ключевые слова:** моющие средства, сельскохозяйственная техника, синтетические средства, продукты загрязнения, коррозия*

Введение

Одним из важнейших элементов системы народного хозяйства, являющихся индикатором национальной, экономической и продовольственной безопасности государства, является сельское хозяйство. Актуальной задачей его является необходимость обеспечения бесперебойной работы сельскохозяйственной техники за счет своевременного технического обслуживания и ремонта.

Очевидно, что при проведения ремонта, технического обслуживания, а также для полноценной консервации техники немаловажное значение имеет ее качественное состояние. И в этом случае нужно говорить о технологическом процессе очистки деталей, механизмов, влияющем не только на срок службы и эффективность работы техники, но и на производительность сельскохозяйственной отрасли в целом.

В Рязанском регионе сельское хозяйство занимает значимое место, являясь одним из основных источников материального производства. К этому источнику можно отнести обеспечение продуктами питания, сырьем как населения нашей, так и зарубежных стран, экспортируя продукцию.

Следовательно, объем грузоперевозок в сельскохозяйственных предприятиях ежегодно увеличивается. В связи с экономическим кризисом у хозяйств нет возможности желаемого обновления состава транспортных средств. Сегодня износ основного объема транспортного фонда в сельском хозяйстве достиг 40 %. Перед руководителями автотранспортных предприятий стоит вопрос об эффективном использовании и ремонте техники, находящейся у них на балансе. Использование изношенной техники сказывается не только на работе какого-то конкретного фермерского хозяйства, но и на эффективности всего производства сельскохозяйственной продукции в целом по региону [1-5].

Таким образом, задача актуализации используемых и проектирования инновационных технологических процессов диагностирования автомобилей, их технического обслуживания и, при необходимости, проведения планового или срочного ремонта на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания требует постоянного решения.

В связи с вышесказанным, приходим к необходимости серьезной модернизации технологических процессов мойки сельскохозяйственной техники при различных аспектах ее обслуживания.

С учетом типов и марок автомобильной техники, имеющейся в хозяйстве, а также источников тепла, требуемых для подогрева моющей жидкости, важно правильно выбирать моечные установки. К числу наиболее часто с успехом применяемых на моечных станциях, а также в ремонтных сервисах машин, использующих в технологическом процессе струйную технологию, относят ОМ-691 (МД-1), ОМ-837Г и др.[10-14].

К используемым моющим средствам предъявляются определенные требования: они не должны вызывать аллергенных реакций; должны быть водорастворимыми; обладать низкой токсичностью и способностью разлагаться после использования в течение 18-20 суток; стабилизировать загрязнения в моющем растворе; быть взрыво- пожаробезопасными и т. п.

С учетом технического прогресса и эффективности производства количество и типоразмеры техники, используемой в сельском хозяйстве, значительны, поэтому для очистки загрязнений при ремонте и техническом обслуживании используют различные группы моющих средств: водные растворы, минеральные и органические растворители, эмульгирующие и синтетические средства, универсальные биологически разлагаемые и щелочные компоненты. Большое значение придают исполь-

зованию технологий по очистке машин в межсезонный период с целью повышения эффективности их использования после консервации [1-5,17,18].

При эксплуатации сельскохозяйственной техники в период уборочных компаний узловые соединения автомобилей подвержены воздействию дорожной грязи, растительных фрагментов, продуктов сжигания топлива, масел, удобрений и ядохимикатов и др. Нередко часть загрязнений имеет сложный химический состав, и для их удаления требуется воздействие моющих составов с использованием механических и физико-химических технологических процессов [4, 5]. Как известно, часто для очистки используют нефтепродукты, такие как бензин, керосин, уайт-спирит и другие. Но, к сожалению, простота их химического состава и, соответственно, полученный экономический эффект, не только не обеспечивают качество очистки, но и несут серьезный экологический вред, загрязняя воздух, водяные ресурсы, приводя к нерациональному их использованию. С целью повышения эффективности мойки на станциях более эффективно начали использовать специальные растворы, моющее действие которых основано на процессах растворения, улучшения вспенивания, повышения прочности и устойчивости эмульсий, диспергирования и др. [4,5,15-18].

С учетом анализа характеристик имеющихся в производстве моющих жидкостей рекомендуются к использованию растворы щелочей, синтетические средства. Определяются основные параметры технологического процесса: температура моющего раствора должна быть не менее 75-85 °С, время внутренней очистки должно составлять 8-10 мин, наружной – 10-12 мин; время загрузки одной детали – 10-15 мин.

Довольно часто для удаления твердых загрязнений эффективно используют водопроводную воду с температурой 10-30 ºС. При изменении технологии очистки, суть которой заключается в добавлении в воду специальных растворов и повышении температуры до 75-85 °С, улучшается эффективность удаления масляных загрязнений.

При использовании химических компонентов для очистки деталей от нагара используют щелочные растворы [1-5]. Для решения проблемы очистки деталей и агрегатов от коррозии, удаления застарелых лакокрасочных покрытий и других отложений, имеющих смолистую основу, используют различные типы кислот, коррозийную активность которых уменьшают введением в раствор ингибирующих добавок.

Широкое применение для снятия старой краски нашли растворы каустической соды.

Известны технологии использования механического дробления потоком твердых частиц при удалении прочных загрязнений с поверхности деталей, использование гранулированного сухого льда, который после использования для очистки, испаряется, не оставляя следа.

Перспективно применение новых эффективных материалов, к которым можно отнести синтетические моющие средства – МЛ-51, Лабомид-203, МС-8 и другие.

Хотелось бы отметить, что ряд выпускаемых в настоящее время моющих средств имеет сравнительно невысокие моющие и противокоррозионные свойства [5], что требует внимательного изучения и изменения.

Материалы и методы

Решить поставленную задачу можно, используя методы принятия оптимальных решений при обеспечении заданных условий. Наиболее типичными из них являются линейное, нелинейное, выпуклое программирование и другие, относящиеся к вариационному исчислению при решении задач максимизации/минимизации целевой функции. Согласно [10], при анализе технических систем и средств достаточно широкое применение нашли: симплекс-метод, метод графической оптимизации и оптимизация по Лагранжу. Их суть сводится к нахождению некоторого минимума целевой функции в области.

В соответствии с [6-10] для повышения эффективности экспериментального исследования использована математическая теория планирования эксперимента. Соответственно, создание экспериментальной модели, оценивающей зависимость энергоёмкости процесса от технологических факторов, является актуальной задачей.

С целью выявления наиболее эффективного препарата из числа используемых в данном исследовании образцов, наиболее часто применяемых при мойке сельскохозяйственной техники, проведем натурный эксперимент.

Объектом исследования является время мойки сельскохозяйственных машин, предметом – его зависимость от типа используемых моющих средств. Получение данных зависимостей осуществлялось путём экспериментального исследования с использованием теории математического планирования эксперимента. На основании результатов исследований были выбраны факторы и уровни их варьирования (табл. 1).

Проведено исследование, с использованием теории планирования эксперимента, моющей способности нескольких растворов: каустической соды, Лабомида-203 и щелочного раствора МС-8. С целью получения результата была рассмотрена зависимость, представленная в виде интерполяционного полинома первой степени между критерием оптимизации, которым явилось время мойки транспортного средства, и функцией отклика. В результате проведенного опыта предполагается получить зависимость, которая предоставит возможность проектирования технологических процессов с выбором наиболее эффективного моющего средства с учетом необходимой степени мойки машины, ее узлов и соединений [6-10].

Эксперимент по определению эффективного моющего средства

Эксперимент по определению эффективного моющегося средства проводился в помещении станции техобслуживания, где при температуре 85-90 0С производят мойку сельскохозяйственной техники различного типа.

В качестве факторов выбраны следующие моющие средства:

x_1 – каустическая сода, мл.;
x_2 – лабомид-203, мл.;
x_3 – щелочной препарат МС-8, мл.

За параметр оптимизации у принято время (мин), в течение которого произойдет качественная мойка транспортного средства.

Математическая модель проведенного эксперимента и дальнейшего исследования представлена в виде уравнения:

$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3$.

Факторы процесса мойки, уровни варьирования в натуральных переменных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы, уровни варьирования в натуральных переменных

Кодирование факторов	Раствор каустической соды, мл; x_1	Раствор Лабомида-203, мл; x_2	Щелочной препарат МС-8, мл; x_3
Основной уровень	10	4	4
Интервал варьирования	5	1	2
Верхний уровень	15	5	6
Нижний уровень	5	3	2

В дальнейших расчетах выполним некоторые преобразования, используя определенные уровни качественных факторов: 0 – основной уровень, +1 – верхний уровень, -1 – нижний уровень, что послужит упрощению записи этапов исследования, а также дальнейшей обработки полученных экспериментальных данных исследования процесса мойки.

Для продолжения математического расчета необходимо выполнить преобразования формулы с использованием факторов:

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_{i0}}{\Delta\tilde{x}_i},$$

где x_i – кодированное значение фактора;

$\tilde{x}_i$ – натуральное значение фактора;

$\tilde{x}_{i0}$ – натуральное значение основного уровня;

$\Delta\tilde{x}_i$ – интервал варьирования.

В матрице с эффектом взаимодействия, представленной в таблице 2, выполненной по методике планирования эксперимента, приведены факторы варьирования в кодированном виде.

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента с эффектом взаимодействия, результаты проведенного исследования

Номер опыта	Порядок проведения опытов	Матрица планирования			Отклики			Дисперсия опыта
		x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	$y_{ср}$	S_j^2
1	8, 13	-	-	-	14,0	16,0	15,0	2,0
2	3, 12	+	-	-	13,0	12,0	12,5	0,5
3	11, 15	-	+	-	9,5	8,5	9,0	0,5
4	6, 14	+	+	-	8,5	6,5	7,5	2,0
5	2, 4	-	-	+	12,0	14,0	13,5	0,5
6	5, 7	+	-	+	10,0	11,0	10,5	0,5
7	1, 9	-	+	+	7,0	9,0	8,0	2,0
8	10, 16	+	+	+	5,0	5,0	5,0	0

При проведении опытов использовалась рандомизация, при которой каждый опыт дублировался трижды.

Обработка результатов опытных исследований

Проверку однородности проведенного эксперимента выполним с использованием критерия Кохрена.

Для выполнения проверки необходимо вычислить дисперсии каждого проведенного опыта с использованием выражения при неизвестном математическом ожидании:

$$S_j^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{u=1}^{m}\left(y_{ju} - y_j\right)^2, \quad (1)$$

где $j = 1,\ldots 8, m = 2$

Выполняем преобразования и вычислим сумму дисперсий:

$$\sum_{j=1}^{8} S_j^2 = 8{,}0$$

После проведения вычислений определим зна-

чение критерия Кохрена, подставив в формулу полученные данные:

$$G_P = \frac{S^2_{\max}}{\sum_{j=1}^{8} S_j^2} = \frac{2}{8} = 0{,}25. \quad (2)$$

С целью упорядочения полученных результатов определим значения степеней свободы: $f_1 = m - 1 = 1$, $f_2 = N = 8$.

В дальнейшем расчете произведем проверку однородности дисперсий, определив экспериментально значение критерия Кохрена $G_{кр}$ д, для уровня значимости q = 0,05 по полученным данным таблицы 3.

В результате мы можем выявить, что распределение отношения максимальной дисперсии к сумме всех получилось значительно меньше, что говорит о целесообразности продолжения анализирования гипотезы об однородности дисперсии.

Использование метода наименьших квадратов

Для продолжения математического анализа оценки неизвестных параметров используем метод регрессионного анализа, используя который, произведем решение системы уравнений. Выполнив необходимые преобразования, получим выражение для определения параметров, представляющих типы взаимосвязи независимой переменной по отношению к зависимой, т.е. коэффициенты регрессии [6-10]:

$$b_i = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} x_{ij} y_j. \quad (3)$$

где x_{ij} – значение i -го фактора в j - м опыте;

y_j – среднее значение отклика по повторным опытам,

j, i = 0, 1, 2, k, $j \neq u$.

N = 8 – число опытов.

После выполнения необходимых вычислений получим:

$b_0 = 10{,}125$; $b_1 = -1{,}25$; $b_2 = -2{,}75$; $b_3 = -0{,}875$; $b_{12} = 0{,}125$; $b_{13} = -0{,}25$; $b_{23} = 0$.

В дальнейшем расчете выполним анализ точности полученных результатов, используя статистические методы. Выполним оценку дисперсии воспроизводимости с использованием формулы:

$$S^2_{вос} = \frac{1}{N}\sum S_j^2 = \frac{8}{8} = 1{,}0 \quad (4)$$

После выполнения необходимых преобразований определим величину дисперсии:

$$S^2_{bi} = \frac{1}{Nm} S^2_{вос} = \frac{1}{8 \cdot 2} = 0{,}0625 \ . \quad (5)$$

Определим число степеней свободы:

$f_3 = N(m-1) = 8(2-1) = 8$

С использованием табличных значений по заданным параметрам уровня значимости q = 0,05 и количеству степеней свободы f_3, равному 8, вычислим критический показатель, $t_{кр} = 2{,}31$.

Определим доверительный интервал для коэффициентов уравнения регрессии:

$$\Delta t_i = \pm t_{кр} \cdot \sqrt{S^2_{b_i}} = 2{,}31 \cdot 0{,}25 = \pm 0{,}577. \quad (6)$$

Неоспорим тот факт, что для прогнозирования необходимо использовать значения всех факторов, входящих в модель.Так, как значение доверительного интервала коэффициентов регрессии меньше абсолютной величины коэффициента регрессии, следовательно, коэффициенты b_{12}, b_{13} и b_{23} признаем незначимыми, и уравнение регрессии примет вид:

$y = 10{,}125 - 1{,}25x_1 - 2{,}75x_2 - 0{,}875x_3$.

Проверка адекватности модели

Таблица 3 – Расчет дисперсии адекватности

Номер опыта	$y_{ср}$	$y_р$	$(y_{ср} - y_р)^2$
1	15,0	15,0	0
2	12,5	12,5	0
3	9,0	9,5	0,25
4	7,5	7,0	0,25
5	13,5	13,25	0,0625
6	10,5	10,75	0,0625
7	8,0	7,75	0,0625
8	5,0	5,25	0,0625

В таблице 3 можем увидеть и оценить полученные расчетные значения отклика, $y_р$, по уравнению регрессии.

С учетом данных таблицы и выполненных вычислений рассмотрим выражение:

$$S^2_{ад} = \frac{m}{N-l}\sum_{j=1}^{N}(y_{cpj} - y_{pj})^2 = \frac{2}{4} \cdot 0{,}75 = 0{,}375.$$

После проведения необходимых преобразований получим дисперсионное отношение:

$$F_P = \frac{S^2_{ад}}{S^2_{воспр}} = \frac{0{,}375}{1} = 0{,}375.$$

Рассмотрим полученные значения степеней свободы:

$f_4 = N - l = 8 - 4 = 4$, $f_3 = N(m - 1) = 8$

С использованием табличных значений по за-

данным параметрам уровня значимости q = 0,05 и количеству степеней свободы f_3, равному 8 и f_3, равному 4, вычислим критический показатель.

Так как вычисленное значение ошибочного отклонения $F_{кр}$ = 3,8 больше критического значения, FP<$F_{кр}$, следовательно, дисперсии различаются согласно гипотезе об адекватности модели, и уравнение регрессии примет вид:

$y = 10{,}125 - 0{,}875x_1 - 1{,}25x_2 - 2{,}75x_3$.

Рассмотрим количественную характеристику полученных коэффициентов, судя по которой, наибольшее влияние на время мойки транспортного средства оказывает фактор x_3 – щелочной препарат МС-8; промежуточное значение – фактор x_2 – Лабомид-203; фактор x_1 – каустическая сода влияет на время мойки в меньшей степени. Неоспорим тот факт, что характер влияния всех факторов одинаков. Для уменьшения времени мойки необходимо увеличивать количество моющего средства.

Раскодирование уравнения регрессии

Для получения зависимости времени обработки машин от грязи с использование предложенных опытных образцов моющих средств проведем подстановку – вместо кодированных значений факторов предложим истинные.

Произведем раскодирование уравнения регрессии:

$$x_1 = \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}_{01}}{\Delta\tilde{x}_1} = \frac{\tilde{x}_1 - 10}{5},$$
$$x_2 = \frac{\tilde{x}_2 - \tilde{x}_{02}}{\Delta\tilde{x}_2} = \frac{\tilde{x}_2 - 4}{1}, \quad (7)$$
$$x_3 = \frac{\tilde{x}_3 - \tilde{x}_{03}}{\Delta\tilde{x}_3} = \frac{\tilde{x}_3 - 4}{2}.$$

Подставим формулы (7), в уравнение регрессии:

$$y = 10{,}125 - 0{,}875\frac{\tilde{x}_1 - 10}{5} - 1{,}25\frac{\tilde{x}_2 - 4}{1} - 2{,}75\frac{\tilde{x}_3 - 4}{2}, \quad (8)$$

Подставим в полученное выражение (8) истинные значения факторов:

$$y = 22{,}375 - 0{,}175\tilde{x}_1 - 1{,}25\tilde{x}_2 + 1{,}375\tilde{x}_3,$$

где $\tilde{x}_1$, $\tilde{x}_2$, $\tilde{x}_3$ – истинные значения факторов.

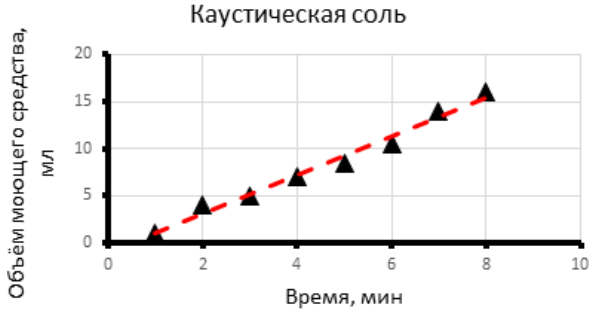


Рис. 1 – Зависимость затраченного количества времени на помывку одной машины от количества затраченной каустической соли

По результатам проведенных экспериментов построены графические зависимости.

На рисунке 1 представлен график зависимости времени мойки транспортного средства от используемого препарата – каустической соды.

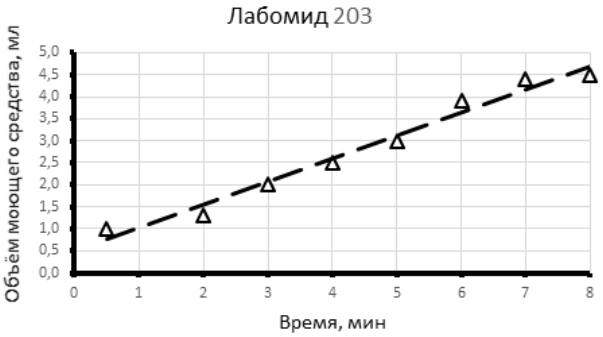


Рис. 2 – Зависимость затраченного количества времени на помывку одной машины от количества затраченного Лабомида-203

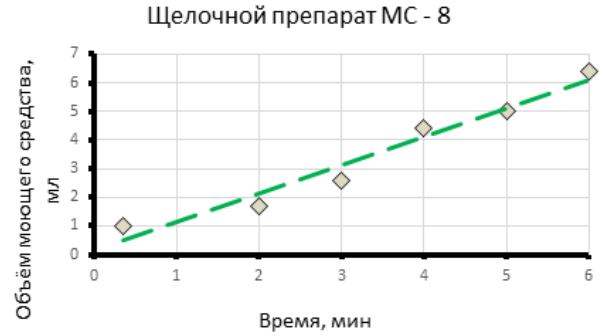


Рис. 3 – Зависимость затраченного количества времени на помывку одной машины от количества затраченного щелочного препарата МС-8

Заключение

Анализ результатов экспериментальных исследований и построенные расчетные графические зависимости (рисунки 1-3) позволили сделать следующие выводы:

– ранжирование статистически значимых оценок коэффициентов варьируемых параметров для моющих средств в результате их воздействия на технические средства подтвердило следующие влияния: время помывки при использовании моющего средства Лабомид-20 – параметр x_2; время помывки при использовании каустической соды – параметр x_1; время помывки при использовании щелочного препарата МС-8 – параметр x_3. На основании анализа оценок коэффициентов можно построить критическую матрицу ранжирования факторного пространства;

– зависимость степени очистки машин от продолжительности мойки имеет линейный характер. В постановке задачи было определен процент степени очистки, достаточный для проведения качественного ремонта, составивший 80 % и явившийся постоянной величиной для расчета. Исходя из этого определена оптимальная продолжительность мойки, которая составила: для 3%-го

водного раствора Лабомида-203 (x_2) – 5,5 мин, для щелочного препарата МС-8 (x_3) – 3,5 мин; вычислениями подтверждено, что наилучшими моющими способностями обладает синтетический состав МС-8;

– полученные в результате проведенных вычислений зависимости степени очистки от количества и концентрации моющего средства позволяют обоснованно проектировать технологические процессы с выбором наиболее эффективного моющего средства, учитывая необходимую степень мойки машины, ее узлов и соединений;

– полученное уравнение зависимости представляет собой исходные данные для учёта дополнительных факторов с последующим решением оптимизационной задачи.

Список литературы

1.Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта /И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 2060 – 2075. – IDA [article ID]: 1011407136. URL:https://rus.neicon.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/15765/40.pdf?sequence=1

2. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др.//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2013. - №04(088). С. 519 - 529. - IDA [article ID]: 0881304035.-URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26632141

3 Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин /Н.В. Бышов, С.Н. Борычев,И.А. Успенский и др.//Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань, 2016.- 102с. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26555093

4. Фадеев, И.В. Совершенствование технологического процесса мойки деталей при ремонте узлов и агрегатов транспортных средств: монография / И.В. Фадеев – Чебоксары: Изд-во Волжского филиала МАДИ, 2018. – 284с.https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_07000431116

5. Фадеев, И.В. Повышение эффективности технологического процесса мойки при ремонте автомобилей в сельском хозяйстве: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук /И.В. Фадеев – Рязань: Изд-во Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева», 2019 – 395с.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42440143

6. Изготовление строительной смеси для конструкций, зданий и сооружений с использованием планирования эксперимента/ Н.А. Антоненко, И.А. Мурог, О.П. Иванкина// Перспективы науки – Тамбов: 2019. - №2 (113). С. 37-43.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37132951

7. Борычев, С.Н. Использование нечёткого моделирования при оценке интенсивности технологий утилизации органических отходов / С.Н. Борычев, Н.В. Лимаренко, Е.А. Ракул, И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.В. Хохлова // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2021. – № 1 (61). – 298-315. DOI:10.32786/2071-9485-2021-01-29

8. 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

9. Месхи, Б.Ч. Создание математической модели для оценки энергоёмкости процесса обеззараживания стоков животноводства / Б.Ч. Месхи, Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2017. – Т.18, № 4 . – С. 129-135.DOI: https://doi.org/10.23947/1992-5980-2017-17-4-129-135 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32371505

10. Лимаренко, Н.В. Создание математической модели технологического процесса обеззараживания стоков животноводства / Н.В. Лимаренко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2017. – № 3. – С. 108-112.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30070309

11. Byshov N.V., Uspensky I.A., Fadeev I.V., SadetdinovSh.V. Synergetic effect of bactericidal action of borates in solutions of synthetic detergents, Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (ISSN: 0975-8585), 2019, №10(2), pp. 1441-1446. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43996845

12. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. –Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 475 – 486. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17714628

13 Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта /И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.С. Попов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2014.- №02(096). С. 360 - 372. URL:https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34039571

14 Пути дальнейшей модернизации транспортных средств для АПК / Н.В. Бышов, С.Н.Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный жур-

нал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №09(123). С. 142 – 168. URL:https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33734506

15. Anderko, A. An Electrochemical Approach to Predicting and Monitoring Localized Corrosion in Chemical Process Streams / A. Anderko, N. Sridhar, C.S. Brossia, D.S. Dunn, L.T. Yang, B.J. Saldanha, S.L. Grise, M.H. Dorsey // CORROSION. – 2003. – paper no. 03375. – pp. 104-110, (Houston, TX: NACE International, 2003). URL:

https://www.researchgate.net/publication/254545525_An_Electrochemical_Approach_to_Predicting_and_Monitoring_Localized_Corrosion_in_Chemical_Process_Streams

16. Ashassi-Sorkhabi, H. Corrosion inhibition of mild steel by some schiff base compounds in hydrochloric acid // H. Ashassi-Sorkhabi, B. Shaabani, D. Seifzadeh // Applied Surface Science. – 2005. – no. 239. – pp. 154-164.URL:

https://www.researchgate.net/publication/248193092_Corrosion_inhibition_of_mild_steel_by_some_Schiff_base_compounds_in_hydrochloric_acid

17. Hakansson, Lars. A device for cleaning objects, preferably of metal [Text] / Lars Hakansson. – № SE91/00183; заявл. 12.03.1991; опубл. 01.10.1992. URL:

https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO1992016314

18. Jiang, X. Effect of flow velocity and entrained sand on inhibition performances of two inhibitors for CO2 corrosion of N80 steel in 3% NaCl solution / X. Jiang, Y.G. Zheng, W. Ke // Corrosion Science. – 2005. – no. 47. – pp. 2636-2658.URL:https://www.researchgate.net/publication/248208905_Effect_of_flow_velocity_and_entrained_sand_on_inhibition_performances_of_two_inhibitors_for_CO_2_corrosion_of_N80_steel_in_3_NaCl_solution

ANALYSIS OF THE IMPACT FACTORS OF DETERGENTS ON AGRICULTURAL MACHINERY

Uspenskiy Ivan A., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Fadeev Ivan V., *Dr. Sci., Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering, Volzhsky Branch of the Moscow Automobile and Highway State Technical University, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

Shemyakin Alexander V., *Dr. Sci., Associate Professor,Head of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev, university@rgatu.ru*

Limarenko Nikolay V., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of electrical engineering and electronics, Don state technical university, limarenkodstu@yandex.ru*

Antonenko Maxim V., *post-graduate student,Head of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev, m.antonenko.pgs@yandex.ru*

Problem and goal. *It is known that machines working in agriculture carry a great physical load. Using the example of the Ryazan region, it can be seen that the operation of equipment takes place in off-road conditions and difficult geological conditions. As a result, the equipment is exposed to road dirt and plant fragments, products of combustion and decomposition of fuel, oils and their residues, the negative effects of fertilizers and pesticides that affect the corrosive nature of the metal. At washing stations, various cleaning methods are used, the quality of which depends on the type of exposure to contamination – chemical, complex physico-chemical, mechanical. Each of the technologies used entails not only significant economic costs, but also their use carries negative harm to the environment, increasing the risk of morbidity of specialists working with equipment.*
Methodology. *The purpose of this work is to study the main types of cleaning agents used in washing agricultural machinery during maintenance and repair.*
Results. *To achieve this goal, an analysis of their application was carried out depending on a number of facts using the theory of experimental planning. As a result of the conducted research, conclusions are made about the effectiveness of using the qualitative parameters of washing components. The ranking of statistically significant estimates of coefficients, variable parameters for detergents, taking into account their impact on technical means, confirmed the following effects: the ratio of washing time to the detergent Labomid-20 - parameter x2; the ratio of washing time to the detergent caustic soda - parameter x1; the ratio of washing time to the alkaline preparation MS-8 - parameter x3. Based on the analysis of coefficient estimates, it is possible to construct a critical ranking matrix of the factor space.*
Conclusion. *The resulting equation (x, x) is the initial data for taking into account additional factors with the subsequent solution of the optimization problem.*

Key words: *detergents, agricultural machinery, synthetic products, pollution products, corrosion*

Literatura

1.Tendencii perspektivnogo razvitiya sel'skohozyajstvennogo transporta /I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, D.S. Ryabchikov i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 2060 – 2075. – IDA [article ID]: 1011407136. URL:https://rus.neicon.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/15765/40.pdf?sequence=1

2. Povyshenie effektivnosti ekspluatacii avtotransporta i mobil'noj sel'skohozyajstvennoj tekhniki pri vnutrihozyajstvennyh perevozkah / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij i dr.//Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. - Krasnodar: KubGAU, 2013. - №04(088). S. 519 - 529. - IDA [article ID]: 0881304035. - URL:

URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26632141

3 Povyshenie effektivnosti ochistki i mojki sel'skohozyajstvennyh mashin /N.V. Byshov, S.N. Borychev,I.A. Uspenskij i dr.//Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva». Ryazan', 2016.- 102s. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26555093

4. Fadeev, I.V. Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa mojki detalej pri remonte uzlov i agregatov transportnyh sredstv: monografiya / I.V. Fadeev – CHeboksary: Izd-vo Volzhskogo filiala MADI, 2018. – 284s.https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_07000431116

5. Fadeev, I.V. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskogo processa mojki pri remonte avtomobilej v sel'skom hozyajstve: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskih nauk /I.V. Fadeev – Ryazan': Izd-vo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva», 2019 – 395s.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42440143

6. Izgotovlenie stroitel'noj smesi dlya konstrukcij, zdanij i sooruzhenij s ispol'zovaniem planirovaniya eksperimenta/ N.A. Antonenko, I.A. Murog, O.P. Ivankina// Perspektivy nauki – Tambov: 2019. - №2 (113). S. 37-43.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37132951

7. Borychev, S.N. Ispol'zovanie nechyotkogo modelirovaniya pri ocenke intensivnosti tekhnologij utilizacii organicheskih othodov / S.N. Borychev, N.V. Limarenko, E.A. Rakul, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, K.V. Hohlova // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2021. – № 1 (61). – 298-315. DOI:10.32786/2071-9485-2021-01-29

8. 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

9. Meskhi, B.CH. Sozdanie matematicheskoj modeli dlya ocenki energoyomkosti processa obezzarazhivaniya stokov zhivotnovodstva / B.CH. Meskhi, N.V. Limarenko, V.P. ZHarov // Vestnik Don. gos. tekhn. un-ta. – 2017. – T.18, № 4 . – S. 129-135.DOI: https://doi.org/10.23947/1992-5980-2017-17-4-129-135

URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32371505

10. Limarenko, N.V. Sozdanie matematicheskoj modeli tekhnologicheskogo processa obezzarazhivaniya stokov zhivotnovodstva / N.V. Limarenko // Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2017. – № 3. – S. 108-112.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30070309

11. Byshov N.V., Uspensky I.A., Fadeev I.V., SadetdinovSh.V. Synergetic effect of bactericidal action of borates in solutions of synthetic detergents, Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (ISSN: 0975-8585), 2019, №10(2), pp. 1441-1446.

URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43996845

12. Perspektivy povysheniya ekspluatacionnyh pokazatelej transportnyh sredstv pri vnutrihozyajstvennyh perevozkah plodoovoshchnoj produkcii / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. –Krasnodar: KubGAU, 2012. – №04(078). S. 475 – 486. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17714628

13 Tendencii perspektivnogo razvitiya sel'skohozyajstvennogo transporta /I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, A.S. Popov i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. - Krasnodar: KubGAU, 2014.- №02(096). S. 360 - 372. URL:https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34039571

14 Puti dal'nejshej modernizacii transportnyh sredstv dlya APK / N.V. Byshov, S.N.Borychev, I.A. Uspenskij i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №09(123). S. 142 – 168. URL:https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33734506

15. Anderko, A. An Electrochemical Approach to Predicting and Monitoring Localized Corrosion in Chemical Process Streams / A. Anderko, N. Sridhar, C.S. Brossia, D.S. Dunn, L.T. Yang, B.J. Saldanha, S.L. Grise, M.H. Dorsey // CORROSION. – 2003. – paper no. 03375. – rr. 104-110, (Houston, TX: NACE International, 2003). URL:

https://www.researchgate.net/publication/254545525_An_Electrochemical_Approach_to_Predicting_and_Monitoring_Localized_Corrosion_in_Chemical_Process_Streams

16. Ashassi-Sorkhabi, N. Corrosion inhibition of mild steel by some schiff base compounds in hydrochloric acid // H. Ashassi-Sorkhabi, B. Shaabani, D. Seifzadeh // Applied Surface Science. – 2005. – no. 239. – rr. 154-164.URL:

https://www.researchgate.net/publication/248193092_Corrosion_inhibition_of_mild_steel_by_some_Schiff_base_compounds_in_hydrochloric_acid

17. Hakansson, Lars. A device for cleaning objects, preferably of metal [Text] / Lars Hakansson. – № SE91/00183; zayavl. 12.03.1991; opubl. 01.10.1992. URL:
https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO1992016314
18. Jiang, X. Effect of flow velocity and entrained sand on inhibition performances of two inhibitors for CO2 corrosion of N80 steel in 3% NaCl solution / X. Jiang, Y.G. Zheng, W. Ke // Corrosion Science. – 2005. – no. 47. – rr. 2636-2658.URL:https://www.researchgate.net/publication/248208905_Effect_of_flow_velocity_and_entrained_sand_on_inhibition_performances_of_two_inhibitors_for_CO_2_corrosion_of_N80_steel_in_3_NaCl_solution

УДК 631.331 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.20.48.018***

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ

ЯКОВЛЕВ Даниил Александрович, *аспирант кафедры сельскохозяйственной техники и технологий, dyagro@yandex.ru*
БЕЛЯЕВ Владимир Иванович, *д-р тех. наук, профессор кафедры сельскохозяйственной техники и технологий, prof-belyaev@yandex.ru*
Алтайский государственный аграрный университет

Проблема и цель. *В статье рассмотрены особенности технологического процесса посева, связанные с уровнем увлажнения почвы, применяемым посевным агрегатом по типу сошника и рабочей скоростью посева. Установлено, что в весенний период из-за резко-континентального климата в крае часто изменяются погодные условия и, как следствие, уровни почвенных влагозапасов. Это тесно коррелирует с качественной составляющей посева по причине широкого диапазона изменений энергетических и агротехнических показателей. Поскольку в хозяйствах зачастую используется различная посевная техника, отличающаяся типами сошников, вопрос её выбора и обоснования достаточно проблемный. Поэтому актуальными являются теоретические исследования по обоснованию параметров и режимов работы посевных агрегатов, оборудованных анкерными и лаповыми сошниками в условиях различного увлажнения почв. Ц*
елью исследований является усовершенствование математической модели работы посевных почвообрабатывающих МТА.
Методология. *Многочисленными результатами испытаний МТА установлено, что расход топлива тракторного двигателя является функцией ширины захвата агрегата, глубины обработки почвы и скорости движения. В ходе анализа расходов топлива на разных влажностях почвы при помощи МНК были найдены коэффициенты пропорциональности E_0 и расхода топлива на самопередвижение G_{mo} для посевных агрегатов, оборудованных анкерным и лаповым типом сошников. При изменении влажности почвы коэффициенты пропорциональности E_0 и расхода топлива на самопередвижение G_{mo} возрастали на определенную величину, поэтому были получены значения их приростов, обозначены коэффициентами $K_W^{E_0}$ и $K_W^{G_т}$ и введены в математическую модель.*
Результаты*. Данные коэффициенты изменяются в диапазонах 0,59-1,00 и 0,49-1,00 в варианте с лаповыми и 0,77-1,41 и 0,78-1,08 с анкерными сошниками соответственно.*
Заключение. *Полученная математическая модель позволяет выполнять обоснование параметров и режимов работы посевных агрегатов, оборудованных анкерными и лаповыми типами сошников, по расходу топлива тракторного двигателя при изменении влажности почвы в диапазоне 15,4-30,2 %.*

Ключевые слова: *влажность почвы, прямой посев, сеялка, сошник, МТА, энергооценка, расход топлива.*

Введение

На сегодняшний день в агропромышленном комплексе Сибирского округа существует множество проблем, связанных с рациональностью выбора и использования посевной и почвообрабатывающей техники. С развитием сельскохозяйственного машиностроения интенсивно наращивается её производство, в первую очередь отечественной, но также увеличивается и импорт из-за рубежа. Как правило, сельхозмашины создаются под определенные природно-климатические условия, чаще всего те, где локализовано производство. В следствие этого, поступая в другие регионы, техника может работать недостаточно качественно и производительно.

По данным министерства сельского хозяйства

© Яковлев Д. А., Беляев В. И. 2021 г.

Алтайского края в хозяйствах региона представлены различные сеялки и посевные комплексы с различными рабочими органами, такими как дисковые, лаповые и анкерные сошники, но наибольшее распространение все-таки получили анкерные и лаповые посевные машины, поскольку большинство хозяйств края на протяжении уже долгого времени работает в рамках ресурсосберегающих технологий (minimal-till, no-till), которые подразумевают использование машин, оборудованных данными рабочими органами, что позволяет проводить посев в необработанную почву [1].

Как известно, в Сибири преобладает резко континентальный климат, что характеризуется длинной зимой и коротким летом. По причине того, что сумма эффективных температур в регионах недостаточно высокая, зачастую растения не успевают сформироваться до нужных кондиций, к тому же срок вегетации может сокращаться и по причине несистемных изменений природно-климатических условий в весенний период посева. На практике это проявлялось как невозможность вести посев. Многими исследователями неоднократно отмечалось, что физико-механические свойства почвы при изменении её влажности могут существенно изменяться, что сказывается на работе почвообрабатывающих и посевных орудий [2-4].

Например, в весенний период 2018 года в Алтайском крае по причине высоких весенних запасов влаги в почве и большого количества осадков почва была чрезмерно увлажнена и не достигала своей физической спелости, что существенно осложняло посев. В таких условиях оказался практически весь край, но более всего степные и восточные районы края. Хозяйства, имеющие в распоряжении посевные агрегаты, сформированные на базе сеялок и посевных комплексов, оборудованных рабочими органами (сошниками) по типу диска и стрельчатой лапы, столкнулись со следующими проблемами. Переувлажненная почва залипала в пространство между дисками, из-за чего не формировалась бороздка, и семена оказывались на поверхности либо вообще не высыпались из семяпроводов, т.к. они тоже были забиты влажной почвой. Сошники по типу стрельчатой лапы сильно сгружали почву перед собой, создавая борозды и нарушая агротехнические требования по равномерности распределения семян по глубине. Это происходило потому, что площадь сопротивления таких рабочих органов достаточно большая и земля налипала на их поверхность. Также, помимо проблем, связанных с нарушением агротехники, возрастало и тяговое сопротивление агрегатов и, как следствие, расход топлива тракторных двигателей.

Зачастую очень трудно сказать, посевной агрегат с каким типом сошника будет эффективнее и производительнее, поскольку при работе в оптимальных условиях данным требованиям соответствует почти 90 % посевных агрегатов. Но поскольку Сибирские регионы относятся к зоне рискованного земледелия, в этих условиях очень часто на повестке дня встают вопросы выбора посевных агрегатов по типу рабочего органа [5-7].

При анализе данной ситуации становится понятно, что тип рабочего органа оказывает наибольшее влияние на эффективность посева, что подтверждается работой посевных агрегатов с анкерными сошниками. Такие посевные агрегаты в условиях переувлажнения почвы оказались единственными, при использовании которых получалось проводить посев на рекомендованных скоростях движения без потерь производительности. Это объясняется особенностью и простотой их конструкции. Анкерный сошник имеет наименьшую площадь сопротивления в сравнении с диском и лапой и не имеет каких-либо вращающихся элементов, которые бы забивались почвой [8,9].

Целесообразно отметить, что при работе на разных скоростях движения посевные агрегаты, оборудованные данными типами сошников, поразному оказывают влияние на качественную и энергетическую составляющую посева в условиях изменяющегося уровня увлажнения почвы. Известно, что средняя скорость движения посевных агрегатов 8-10 км/ч. Данный диапазон устанавливается заводами-изготовителями техники – это аргументируется соблюдением агротехнических требований к посеву и подтверждается многочисленным опытом учёных и практиков [10,11].

В связи с этим являются актуальными исследования по обоснованию параметров и режимов работы посевных агрегатов в условиях различного увлажнения почв, а целью данного исследования является усовершенствование математической модели работы посевных агрегатов, оборудованных различными типами сошников в условиях различного увлажнения почв.

Материалы и методы

Многочисленными результатами испытаний агрегатов установлено, что в условиях реальной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов расход топлива тракторного двигателя является функцией ширины захвата агрегата, глубины обработки почвы и скорости его движения, а уравнение аппроксимации будет иметь следующий вид [12-17]:

$$G_{\text{т}} = G_{\text{то}} + E_0 \cdot B_{\text{р}} \cdot h \cdot V^2, \quad (1)$$

где $G_{\text{то}}$ – математическое ожидание расхода топлива на самопередвижение агрегата и потерь в передаточных механизмах системы, г/с;

h – математическое ожидание глубины обработки почвы, м;

E_0 – коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние физико-механических свойств почвы, параметров трактора, типов рабочих органов орудий на интенсивность прироста расхода топлива двигателя при увеличении $B_р$, h, V – рабочей ширины захвата, глубины обработки и рабочей скорости движения соответственно.

Полученное выражение представляет собой энергетическую характеристику агрегата в целом, при воздействии его на почву [18].

Важным условием эффективного использования МТА является правильный выбор рабочих скоростей движения агрегата [19]:

$$V_{\text{р}} = N_{\text{ен}} \cdot \frac{\lambda N_e \cdot \eta_{\text{тр}} (A_0 + A_1\varphi + A_2\varphi^2)}{G_{\text{э}}(\varphi + f)}, \quad (2)$$

где A_0, A_1, A_2 – коэффициенты аппроксимации для определения математического ожидания к.п.д. буксования движителей;

φ – математическое ожидание коэффициента использования сцепного веса трактора;

$G_э$ – эксплуатационный вес трактора.

В свою очередь, величины расхода топлива тракторного двигателя и его мощности связаны линейной зависимостью. Тогда совместное решение уравнений (1) и (2) будет отражать физическую сущность процесса почвообработки.

В связи с тем, что низкая энергоэффективность использования почвообрабатывающих посевных агрегатов и несоблюдение агротехнических требований к посеву обусловлены особенностями физико-механических свойств почвы, конкретно, её влажностью, были рассмотрены теоретические вопросы влияния степени увлажнения почвы на энергетические показатели посевных агрегатов.

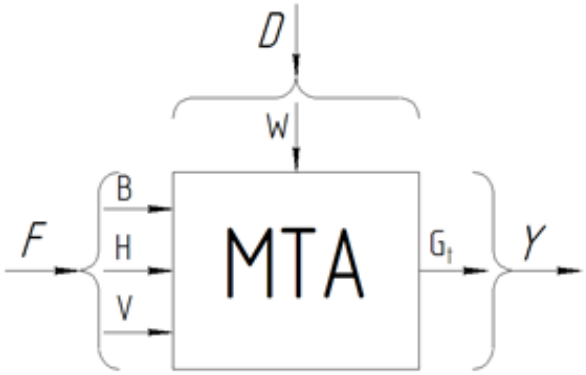


Рис. 1 – Схема модели функционирования машинно-тракторного агрегата

На схеме F – вектор внешних воздействий; D – вектор возмущающих воздействий; Y – вектор функциональных параметров.

Предлагаемая математическая модель «почва – орудие – трактор» описывает процесс функционирования посевного агрегата как сложной динамической системы, учитывающей влияние:
– вектора внешних воздействий на процесс почвообработки F, подразумевающего в конкретном случае изменение таких параметров моделирования работы агрегата как его ширина захвата – B, глубина обработки почвы – H и скорость движения – V;

– вектора возмущающих воздействий – D, включающего один из наиболее значимых, а в большинстве случаев являющегося даже обобщающим для остальных физико-механических свойств почвы параметром – её влажность W;

– вектора функциональных параметров Y, представленных в виде часового расхода топлива – $G_т$ по принципу «вход-выход».

Представленное уравнение аппроксимации (1) достаточно адекватно описывает процесс изменения данной системы взаимодействия параметров и характеристик машинно-тракторных агрегатов. В свою очередь нас интересуют только некоторые изменяемые характеристики при конкретных воздействиях на систему, в частности уровень влажности почвы.

В ходе анализа расходов топлива, обусловленных четырьмя различными уровнями увлажнения почвы, при помощи метода наименьших квадратов по алгоритму Левенберга-Марквардта [20] были найдены коэффициенты пропорциональности E_0 и расхода топлива на самопередвижение $G_{то}$ в уравнении (1) для посевных агрегатов, оборудованных двумя типами рабочих органов – анкерным и лаповым.

Поскольку, при изменении влажности почвы коэффициенты пропорциональности E_0 и расхода топлива на самопередвижение $G_{то}$ возрастают на определенную величину, то в соответствии с этим получим значения их приростов, а далее найдем их для каждого уровня влажности почвы и типа рабочего $K_W^{E_0}$ и $K_W^{G_т}$ органа агрегата и обозначим коэффициентами .

Результаты и их обсуждения

Полученные уравнения связи после анализа расходов топлива по уравнению (1) имеют высокую значимость (R_2) и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты $G_{то}$ и E_0 посевных агрегатов

Влажность почвы (W),%	Уравнение	Коэффициент детерминации, R^2
1. Анкерного посевного агрегата		
15,4	$G_т$=1,634+4,437·V²	0,96
20,7	$G_т$=1,516+3,193·V²	0,94
25,8	$G_т$=1,268+2,174·V²	0,90
30,2	$G_т$=1,771+3,400·V²	0,94
2. Лапового посевного агрегата		
15,4	$G_т$=1,707+5,614·V²	0,96
20,7	$G_т$=1,480+3,534·V²	0,96
25,8	$G_т$=1,318+3,341·V²	0,84
30,2	$G_т$=2,400+3,980·V²	0,94

При изменении влажности почвы значения свободных членов уравнений существенно изменяются, что говорит о степени влияния данного фактора на процесс. В результате была найдена степень влияния данного фактора на величину расхода топлива $G_т$ относительно принятого нами базового нижнего уровня влажности почвы W = 15,4 % для посевного агрегата, оборудованного лаповым и анкерным сошниками в диапазоне исследуемой влажности 15,4-30,2 % (табл. 2).

Таблица 2 – Величины приростов коэффициентов $G_{то}$ и E_0 посевных агрегатов

Влажность почвы (W),%	Анкерного		Лапового	
	$K_W^{G_т}$	$K_W^{E_0}$	$K_W^{G_т}$	$K_W^{E_0}$
15,4	1	1	1	1
20,7	0,93	0,72	0,87	0,63
25,8	0,78	0,49	0,77	0,59
30,2	1,08	0,77	1,41	0,71

Проанализировав данные коэффициенты, получим зависимости коэффициентов для посевных агрегатов, оборудованных анкерными и лаповыми сошниками, от уровня увлажнения почвы.

Для анкерного сошника данное уравнение связи коэффициента $K_W^{G_т}$ будет иметь вид:

$$K_W^{G_т} = -5{,}868 + 1{,}0424 \cdot W - 0{,}051 \cdot W^2 + \\ + 0{,}0008 \cdot W^3, R^2 = 0{,}99, \quad (3)$$

где W – влажность почвы, %.

Для лапового:

$$K_W^{G_т} = -7{,}864 + 1{,}3861 \cdot W - 0{,}0702 \cdot W^2 + \\ + 0{,}0011 \cdot W^3, R^2 = 0{,}99. \quad (4)$$

Графическая интерпретация уравнений (3) и (4) представлена на рисунке 2.

Рис. 2 – Изменение коэффициента $K_W^{E_0}$, учитывающего влияние влажности почвы, на интенсивность прироста расхода топлива тракторного двигателя

Для анкерного сошника данное уравнение связи коэффициента $K_W^{E_0}$ будет иметь вид:

$$K_W^{E_0} = -3{,}8968 + 0{,}8244 \cdot W - 0{,}044 \cdot W^2 + \\ + 0{,}0007 \cdot W^3, R^2 = 0{,}99, \quad (5)$$

для лапового:

$$K_W^{E_0} = 5{,}2316 - 0{,}476 \cdot W + 0{,}0154 \cdot W^2 - \\ - 0{,}0002 \cdot W^3, R^2 = 0{,}99. \quad (6)$$

Графическая интерпретация уравнений (5) и (6) представлена на рисунке 3.

Рис. 3 – Изменение коэффициента $K_W^{E_0}$,учитывающего влияние влажности почвы, на интенсивность прироста расхода топлива тракторного двигателя

Анализ данных зависимостей показал, что коэффициент $K_W^{G_т}$, учитывающий влияние влажности почвы на интенсивность прироста расхода топлива на самопередвижение при моделировании работы посевного агрегата с анкерными рабочими органами изменяется в диапазоне 0,78-1,08, с лаповыми – в диапазоне 0,77 – 1,41.

Коэффициент $K_W^{E_0}$, учитывающий влияние влажности почвы на изменение прироста расхода топлива тракторного двигателя, зависящее от его параметров и рабочей скорости движения при моделировании работы посевного агрегата с анкерными рабочими органами, изменяется в диапазоне 0,49-1,00, с лаповыми – 0,59-1,00.

Данные зависимости позволяют определять

величины коэффициентов при конкретном уровне увлажнения почвы в диапазоне влажности почвы 15,4 – 30,2 %.

Подставив коэффициенты $K_W^{E_0}$ и $K_W^{G_т}$ в уравнение (1), получим зависимость часового расхода топлива МТА от различных уровней увлажнения почвы при посеве в диапазоне влажности почвы 15,4-30,2 %:

$$G_т = \boldsymbol{K_W^{G_т}} G_{то} + \boldsymbol{K_W^{E_0}} E_0 \cdot B_р \cdot h \cdot V^2, \quad (7)$$

где $K_W^{E_0}$ - коэффициент, учитывающий влияние влажности почвы на интенсивность прироста расхода топлива двигателя при увеличении $B_р$, h, V^2 рабочей ширины захвата, глубины обработки и рабочей скорости движения соответственно;

$K_W^{G_т}$ – коэффициент, учитывающий влияние влажности почвы на интенсивность прироста расхода топлива двигателя при увеличении расхода топлива на самопередвижение агрегата $G_{то}$.

Заключение

На основании результатов энергооценки посевных агрегатов по расходу топлива тракторного двигателя данная математическая модель позволяет устанавливать рациональные составы и режимы работы посевных агрегатов в зависимости от рабочей скорости движения, уровня увлажнения почвы и типа рабочего органа (анкерный, лаповый).

Определены значения коэффициентов $K_W^{E_0}$, учитывающих влияние влажности почвы на интенсивность прироста расхода топлива тракторного двигателя при изменения параметров и режимов работы посевных агрегатов и коэффициентов $K_W^{G_т}$ учитывающих влияние влажности почвы, на интенсивность прироста расхода топлива при увеличении расхода топлива на самопередвижение агрегата, которые изменяются в диапазоне от 0,59-1,00 и 0,49-1,00 в варианте с лаповыми и 0,77-1,41 и 0,78-1,08 с анкерными сошниками соответственно.

Таким образом, на основании эмпирических данных предложено усовершенствование математической модели, позволяющей по расходу топлива тракторного двигателя проводить энергооценку посевного агрегата с учетом типа сошника и уровня влажности почвы. Данная модель позволяет выполнять обоснование параметров и режимов работы посевных агрегатов, оборудованных анкерным и лаповым типами сошников в условиях изменяемого уровня увлажнения почвы в диапазоне 15,4-30,2 %.

Список литературы

1. Яковлев, Д.А. Рациональное комплектование посевных машин рабочими органами для условий повышенного увлажнения почв / Д.А. Яковлев, В.И. Беляев, Г.Н. Поляков // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. 7-я Междунар. Науч.-практ. конф. - Новосибирск-Краснообск. - 2018. - С. 497-500. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36445976

2. Яковлев, Н.С. Качество обработки почвы в зависимости от размера культиваторных лап, скорости агрегата и влажности почвы / Н.С. Яковлев, А.П. Цегельник, В.И. Черных // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2016. - №1. - С. 73-81. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26687267

3. Nemtsev A., Voronin D., Demenok I. Application of service technical clusters for agroindustrial complex of the Novosibirsk region // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - № 403 012054 DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012053

4. Nazarov N., Yakovlev N., Ivanov N., Blynsky Y. Project designing of crop production agricultural technologies // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - № 403 012054 DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012054

5. Hasim A., Chen Y. Soil disturbance and draft force of selected seed openers. // Soil and Tillage Research. - 2014. - №140. - P. 48-54. DOI: 10.1016/j.still.2014.02.011

6. Поляков, Г. Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Восточной Сибири / Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов, П.А. Болоев // Саратовский ГАУ: Аграрный научный журнал. - 2015. - №10. - С. 31-35. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24311008

7. Belyaev V.I., Vol'nov V.V., Iakovlev D.A., Sokolova L.V. The influence of the sowing coulters type on the seeding quality and the spring wheat yield // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 2020. - № 941 DOI: 10.1088/1757-899X/941/1/012042

8. Obermayr M., Dressler K., Vrettos C., Eberhard P. Prediction of draft forces in cohesionless soil with the discrete element method // J. Terramech. - 2011. - №48 (5). - P. 347-358. DOI: 10.1016/j.jterra.2011.08.003

9. Chen Y., Gao, Q., Zhou H., Sadek M. A. Simulation of soil dynamic properties of a seed opener using the discrete element method (dem) // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. - 2015. - №17 (3) URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29809249

10. Kushwaha R. L., Linke C. Draft-speed relationship of simple tillage tools at high operating speeds // Soil Tillage Res. - 1996. - №39 (12). – P. 61-73. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=537243

11. Harker K. N., O' Donovan J. T., Blackshaw R. E., Johnson E. N., Lafond G. P., May W. E. Seeding depth and seeding speed effects on no-till canola emergence, maturity, yield and seed quality // Canadian Journal of Plant Science. - 2012. - №92 (4). - P. 795-802. DOI: 10.4141/cjps2011-189

12. Беляев, В.И. Обоснование критерия эффективности использования почвообрабатывающих агрегатов / В. И. Беляев, Н.И. Коваль // Повышение эффективности ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники. - Барнаул: АСХИ, 1988. - С. 46-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30726515

13. Беляев, В.И. Повышение эффективности обработки почвы и посева зерновых культур при

использовании перспек¬тивных машинно-тракторных агрегатов специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. докт. техн. наук / Беляев Владимир Иванович; Алтайский ГАУ. – Барнаул, 2000. 44 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15981581

14. Мударисов, С. Г. Результаты полевых экспериментов по энергетической и качественной оценке секции сеялки для посева по нулевой технологии / С.Г. Мударисов, И.М. Фархутдинов, Р.Ф. Юсупов // Вестник башкирского государственного аграрного университета. - 2016. - № (38). - С. 80-84. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26320463

115. Соловьёв, С.В. Оценка часового расхода топлива при внесении органических удобрений модернизированным полуприцепом-разбрасывателем / С.В. Соловьев, В.И Оробинский, Н.М. Дерканосова // Материалы междунар. Науч.-прак. конф. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. - С. 100-105. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28094018&pff=1

16. Антипин, В.П. Производительность и энергозатраты машинно-тракторного агрегата / В.П. Антипин, Е.Н. Власов, Г.В. Каршев, В.Н. Куликова, А.Ю. Епифанова // Тракторы и сельхозмашины, 2013. - № 8. - С. 23-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20196610

7. Хафизов, К.А. Методика расчета часового расхода топлива двигателя трактора, работающего в составе посевного агрегата / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов, А.А. Нурмиев // Материалы I Междунар. Науч.-практ. конф., посвященной памяти проф. А.К. Юлдашева. - Казань: Казанский ГАУ, 2018. - С. 30-34. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36637273

18. Беляев, В.И. Теоретическое обоснование эксплуатационных параметров и режимов работы почвообрабатывающих посевных агрегатов / В.И. Беляев, Д.В. Беляев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2007. -№ 9 (35). - С. 49-51. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10293495

19. Соколов, В.В. Аппроксимация зависимости тягового сопротивления почвообрабатывающего агрегата от скорости движения / Повышение эффективности ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники, Алтайский сельскохозяйственный институт. – 1988. – 42 – 46. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30726521

20. Marquardt, D. An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters // SIAM J. Appl. Math. - 1963. - №11. - С. 431-444. DOI:10.1137/0111030

SEEDING UNITS PARAMETERS AND OPERATING MODES THEORETICAL JUSTIFICATION IN DIFFERENT SOIL MOISTURE CONDITIONS

Iakovlev Daniil A., *Postgraduate student of the chair «Agricultural Machinery and Technologies», dyagro@yandex.ru*

Belyaev Vladimir I., *Dr. Sci. (Engineering), Professor, head of the chair «Agricultural Machinery and Technologies», prof-belyaev@yandex.ru*

Altai State Agricultural University

Introduction. *This article discusses the features of the sowing technological process associated with the level of soil moisture, seed unit opener type and working speed of sowing. It has been established that in the spring, due to the sharply continental climate in the region, weather conditions often change, and as a result, the levels of soil moisture reserves. This fact is closely correlated with the qualitative component of sowing because the range of changes in energy and agrotechnical indicators is very wide. Since farms often use different sowing equipment, differing in the types of openers, the issue of its choice and justification is quite problematic. Theoretical studies on the substantiation of the parameters and operating modes of seeding units equipped with chisel and v-type openers in conditions of various soil moisture are relevant, the purpose of which is to improve the mathematical model of the operation of sowing soil-cultivating MTU.*

Materials and methods. *Numerous results of MTU tests have established that the fuel consumption of a tractor engine is a function of the relationship between the working width of the unit, the depth of tillage and the speed of movement. In the course of analyzing fuel consumption at different soil moisture with the help of OLS, proportionality coefficients E_0 and fuel consumption for self-propelling G_{mo} were found for seeding units equipped with chisel and v-type openers. With a change in soil moisture, the proportionality coefficients E_0 and the fuel consumption for self-movement G_{mo} increased by a certain amount, so the values of their increments were obtained, denoted by the coefficients $K_W^{E_0}$ and $K_W^{G_T}$ and entered into the mathematical model.*

Results and Discussion. *These coefficients vary in the ranges of 0.59-1.00 and 0.49-1.00 in the variant with v-type openers and 0.77-1.41 and 0.78-1.08 with chisel openers, respectively.*

Conclusion. *The obtained mathematical model makes it possible to substantiate the parameters and operating modes of seeding units equipped with chisel and v-type openers according to the fuel consumption of a tractor engine when soil moisture changes in the range of 15.4-30.2%.*

Key words: *soil moisture, direct sowing, seeder, opener, machine-tractor unit, energy consumption estimate, fuel consumption.*

Literatura

1. Iakovlev, D.A. Racional'noe komplektovanie posevnyh mashin rabochimi organami dlya uslovij povyshennogo uvlazhneniya pochv / D.A. Iakovlev, V.I. Belyaev, G.N. Polyakov // Informacionnye tekhnologii,

sistemy i pribory v APK. 7-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. - Novosibirsk-Krasnoobsk. - 2018. - S. 497-500. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36445976

2. Yakovlev, N.S. Kachestvo obrabotki pochvy v zavisimosti ot razmera kul'tivatornyh lap, skorosti agregata i vlazhnosti pochvy / N.S. Yakovlev, A.P. Cegel'nik, V.I. Chernyh // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2016. - №1. - S. 73-81. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26687267

3. Nemtsev A., Voronin D., Demenok I. Application of service technical clusters for agroindustrial complex of the Novosibirsk region // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - № 403 012054 DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012053

4. Nazarov N., Yakovlev N., Ivanov N., Blynsky Y. Project designing of crop production agricultural technologies // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - № 403 012054 DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012054

5. Hasim A., Chen Y. Soil disturbance and draft force of selected seed openers. // Soil and Tillage Research. - 2014. - №140. - P. 48-54. DOI: 10.1016/j.still.2014.02.011

6. Polyakov, G. N. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelyvaniya zernovyh kul'tur v usloviyah Vostochnoj Sibiri / H.N. Polyakov, S.N. Shuhanov, P.A. Boloev // Saratovskij GAU: Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2015. - №10. - S. 31-35. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24311008

7. Belyaev V.I., Vol'nov V.V., Iakovlev D.A., Sokolova L.V. The influence of the sowing coulters type on the seeding quality and the spring wheat yield // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 2020. - № 941 DOI: 10.1088/1757-899X/941/1/012042

8. Obermayr M., Dressler K., Vrettos C., Eberhard P. Prediction of draft forces in cohesionless soil with the discrete element method // J. Terramech. - 2011. - №48 (5). - P. 347-358. DOI: 10.1016/j.jterra.2011.08.003

9. Chen Y., Gao, Q., Zhou H., Sadek M. A. Simulation of soil dynamic properties of a seed opener using the discrete element method (dem) // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. - 2015. - №17 (3) URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29809249

10. Kushwaha R. L., Linke C. Draft-speed relationship of simple tillage tools at high operating speeds // Soil Tillage Res. - 1996. - №39 (12). – P. 61-73. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=537243

11. Harker K. N., O' Donovan J. T., Blackshaw R. E., Johnson E. N., Lafond G. P., May W. E. Seeding depth and seeding speed effects on no-till canola emergence, maturity, yield and seed quality // Canadian Journal of Plant Science. - 2012. - №92 (4). - P. 795-802. DOI: 10.4141/cjps2011-189

12. Belyaev, V.I. Obosnovanie kriteriya effektivnosti ispol'zovaniya pochvoobrabatyvayushchih agregatov / V.I. Belyaev, I.N. Koval' // Povyshenie effektivnosti remonta i ekspluatacii sel'skohozyajstvennoj tekhniki. - Barnaul: ASKHI, 1988. - S. 46-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30726515

13. Belyaev, V.I. Povyshenie effektivnosti obrabotki pochvy i poseva zernovyh kul'tur pri ispol'zovanii perspektivnyh mashinno-traktornyh agregatov special'nost' 05.20.01 «Tekhnologii i sredstva mekhanizacii cel'skogo hozyajstva»: avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk / Belyaev Vladimir Ivanovich; Altajskij GAU. – Barnaul, 2000. 44 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15981581

14. Mudarisov, S. G. Rezul'taty polevyh eksperimentov po energeticheskoj i kachestvennoj ocenke sekcii seyalki dlya poseva po nulevoj tekhnologii / S.G. Mudarisov, I.M. Farhutdinov, R.F. Yusupov // Vestnik bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - № (38). - S. 80-84. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26320463

15. Solov'yov, S.V. Ocenka chasovogo raskhoda topliva pri vnesenii organicheskih udobrenij modernizirovannym polupricepom-razbrasyvatelem / S.V. Solov'ev, V.I Orobinskij, N.M. Derkanosova // Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya XXI veka Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2016. - S. 100-105. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28094018&pff=1

16. Antipin, V.P. Proizvoditel'nost' I energozatraty mashinno-traktornogo agregata / V.P. Antipin, E.N. Vlasov, G.V. Karshev, V.N. Kulikova, A.Yu. Yepifanova // Traktory i sel'hozmashiny, 2013. - № 8. - S. 23-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20196610

17. Hafizov, K.A. Metodika rascheta chasovogo raskhoda topliva dvigatelya traktora, rabotayushchego v sostave posevnogo agregata / K.A. Hafizov, R.N. Hafizov, A.A. Nurmiev // Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj pamyati professora A.K. Yuldasheva. - Kazan': Kazanskij GAU, 2018. - S. 30-34. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36637273

18. Belyaev, V.I. Teoreticheskoe obosnovanie ekspluatacionnyh parametrov i rezhimov raboty pochvoobrabatyvayushchih posevnyh agregatov / V.I. Belyaev, D.V. Belyaev // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2007. -№ 9 (35). - S. 49-51. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10293495

19. Sokolov, V.V. Approksimaciya zavisimosti tyagovogo soprotivleniya pochvoobrabatyvayushchego agregata ot skorosti dvizheniya / Povyshenie effektivnosti remonta i ekspluatacii sel'skohozyajstvennoj tekhniki, Altajskij sel'skohozyajstvennyj institut. – 1988. – S. 42 – 46. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30726521

20. Marquardt, D. An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters // SIAM J. Appl. Math. - 1963. - №11. - C. 431-444. DOI:10.1137/0111030