Том 13, № 1,2021

ISSN 2077-2084

Вестник

12+

Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

Том 13 № 1 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 № 1479. Дата выхода в свет 30.03.2021 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 # 1 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. 1479. Date of publication
Date of publication. 30.03.2021

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

ГРЕЧНИКОВА В. Ю., КОНДАКОВА И. А. ГРИГОРЕНКО Д. В. *ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ОПТИЧЕСКОГО УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ КСЕНОНОВОЙ ЛАМПЫ НА ЧИСТЫЕ КУЛЬТУРЫ МИКРООРГАНИЗМОВ* 5

ЗАХАРОВА О. А. *ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛУГОВОГО ФИТОЦЕНОЗА НА ОСУШИТЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ* 12

КАШИРИНА Л. Г., ДЕНИКИН С. А., ЩЕРБАКОВА И. В. *ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОГО ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ГЕМОПОЭЗА У КРОЛИКОВ* 18

ЛАРЬКИНА Е. О., СВИЩУК Д. В., ЛАПЫНИНА Е. П. *ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОПУЛЯЦИЮ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ* 23

ЛУКЬЯНОВА О. В., ВАВИЛОВА Н. В., ВИНОГРАДОВ Д. В., СТУПИН А. С., СОКОЛОВ А. А. *РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОКУЛЬТУР* 30

НИКУЛОВА Л. В., САЙТХАНОВ Э. О., БРИТАН М. Н. *СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ АПК* 39

ПРАВДИНА Е. Н., БЫСТРОВА И. Ю., КУВШИНОВА Е. А., КАПИТОШИНА И. В. *ДИНАМИКА ЖИВОЙ МАССЫ И МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ СУХОЙ КРОВИ* 45

САБИТОВА Л. Ш., САВИН А. П. *ПРОДУКТИВНОСТЬ ШАНДРЫ ГРЕБЕНЧАТОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА* 51

САВИНА О. В., АФИНОГЕНОВА С. Н. *ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК КОМПЛЕКСНЫМИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ И ГУМАТОМ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ* 59

СЕМЕНОВ В.Г., ИШТУДОВ А. А., НИКИТИН Д. А., АЛЕКСЕЕВ В. А., ТИХОНОВ А. С. *ПРОФИЛАКТИКА ИММУНОДЕФИЦИТА ОРГАНИЗМА СЛУЖЕБНЫХ СОБАК КОМПЛЕКСНЫМИ БИОПРЕПАРАТАМИ* **66**

СОТПА А. С. *ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА* 74

УЛИВАНОВА Г. В., ФЕДОСОВА О. А., КАРЕЛИНА О. А., КУЛАКОВ В. В., БЫСТРОВА И. Ю. *АНАЛИЗ МЕТАБОЛИЗМА КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА* 80

ШЕРШНЕВА Е. С. *БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ПОЧВЕННЫХ ГРУНТОВ* 89

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АЛДОШИН Н. В., ВАСИЛЬЕВ А. С., ГОЛУБЕВ В. В., ЦЫМБАЛ А. А. *РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СМЕСИТЕЛЯ СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ* 97

ГУБАНОВА А. Д., КОСТЕНКО М. Ю., КОСТЕНКО Н. А., ЛИПИН В. Д., РЕМБАЛОВИЧ Г. К. *ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ* 104

ЕВТЕХОВ Д. В., БЕЗНОСЮК Р. В., КОДИРОВ С. Т., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., ЖБАНОВ Н. С. *ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ* 112

ЗАБАРА К. А., ШЕМЯКИН А. В.,ТЕРЕНТЬЕВ В. В., АНДРЕЕВ К. П. *ПЕРСПЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ* 120

КАШИРИН Д. Е., УСПЕНСКИЙ И. А., ЮХИН И. А., МАЧНЕВ А. В., БОЧКОВ П. Э. *ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ* 129

КОЛОШЕИН Д. В., ЦЫГАНОВ Н. В., МАСЛОВА Л. А., КУЛЬКОВ С. Н. *К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ УБОРКЕ И ЗАКЛАДКЕ НА ХРАНЕНИЕ* 136

МАКСИМОВ Н. М. *ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС АГРЕГАТОВ ДЛЯ ВЫТОПКИ ВОСКА* 142

ПЛОТНИКОВ С. А., КАРТАШЕВИЧ А. Н., СМОЛЬНИКОВ М. В. *ОЦЕНКА РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОТОПЛИВ* 149

СИМДЯНКИН А. А., УСПЕНСКИЙ И. А., СЛЮСАРЕВ М. Н. *ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКА НА СМАЗОЧНЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ И ИЗНОС УЗЛОВ ТРЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ УЛЬТРАВУКОВОЙ ОБРАБОТКЕ МАСЕЛ* 155

УЛЬЯНОВ В. М., ХРИПИН В. А., ЛУЗГИН Н. Е., ВАРАВИН В. И., ЖИЖНОВ Д. А. *ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЪЁМНИКА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА* 161

УШАКОВ О. В., КОСТЕНКО М. Ю., БЕЗНОСЮК Р. В. *ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА* 170

ФАДЕЕВ И. В. *ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ДОРОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ПЛЕНКИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ* 177

ФИРСОВ А. С., БЕЛЯКОВА Е. С. *РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ РАЗНОУРОВНЕВОГО ПОСЕВА СЕМЯН МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ* 183

Content

AGRICULTURAL SCIENCE

GRECHNIKOVA V. Y., KONDAKOVA I.A., GRIGORENKO D.V. *STUDYING THE INFLUENCE OF HIGH-INTENSITY PULSE OPTICAL UV RADIATION OF A XENON LAMP ON PURE CULTURES OF MICROORGANISMS* 5

ZAKHAROVA O.A. *ECOLOGICAL FEATURES OF MEADOW PHYTOCENOSIS AT THE DRAINING FACILITY* 12

KASHIRINA L. G., DENIKIN S. A., SHCHERBAKOVA I. V. *THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF VARIOUS NATURAL ORIGIN FOR THE CORRECTION OF HEMATOPOIESIS IN RABBITS* 18

LARKINA E. O., SVISHCHUK D. V.,LATYNINA E. P. *INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND BIOTIC FACTORS ON THE POPULATION OF BEE COLONIES IN THE RYAZAN REGION* 23

LUKYANOVA O. V., VAVILOVA N. V., VINOGRADOV D. V., STUPIN A. S., SOKOLOV A. A. *THE ROLE OF BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS IN INCREASING PRODUCTIVITY OF AGROCULTURES* 30

NIKULOVA L. V., SAITKHANOV E. O., BRITAN M. N. *COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT OF NITRATES IN THE PLANT PRODUCTS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REGION 2015-2020* 39

PRAVDINA E. N.,BYSTROVA I.Y., KUVSHINOVA E. A., KAPITOSHINA I. V. *DYNAMICS OF LIVE WEIGHT AND MEAT QUALITY OF PIGS OF DIFFERENT GENOTYPES WHEN FEEDING DRY BLOOD* 45

SABITOVA L. S., SAVIN A. P. *PRODUCTIVITY OF COMB SHANDRA DEPENDING ON THE TIME OF SOWING* 51

SAVINA O. V., AFINOGENOVA S. N. *THE EFFECT OF TOPDRESSING WITH INTEGRATED FERTILIZERS AND HUMATE ON BIOMETRIC PARAMETERS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF POTATO PLANTS* 59

SEMENOV V. G., ISHTUDOV A. A., NIKITIN D. A., ALEKSEEV V. A., TIKHONOV A. S. *PROPHYLACTIC IMMUNODEFICIENCY OF DOGS COMPLEX BIOLOGICAL PREPARATION* 66

SOTPA A. S. *INFLUENCE OF THE PREDECESSORS ON ELEMENTS OF FERTILITY SOILS AND EFFICIENCY SUMMER WHEATS IN A STEPPE ZONE OF REPUBLIC TUVA* 74

ULIVANOVA G. V., FEDOSOVA O. A., KARELINA O. A., KULAKOV V. V., BYSTROVA I. Y. *ANALYSIS OF CALCIUM AND PHOSPHORUS METABOLISM IN THE GASTROINTESTINAL TRACT OF THE CATTLE* 80

HERSHNEVA E. S. *BIOLOGICAL EFFECTS AND AFTEREFFECTS OF SOILS* 89

TECHNICAL SCIENCE

ALDOSHIN N. V., VASILIEV A. S., GOLUBEV V. V., TSIMBAL A. A. *RESULTS OF LABORATORY RESEARCHES OF THE SEED MIXER FOR PERENNIAL GRASSES* 97

GUBANOVA A. D., KOSTENKO M. Y., KOSTENKO N. A., LIPIN V. D., REMBALOVICH G.K. *JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF TECHNICAL EQUIPMENT FOR DISPOSAL OF DANGERED LEAVES* 104

EVTEKHOV D. V.,BEZNOSYUK R. V., KODIROV S.T., REMBALOVICH G. K., ZHBANOV N. S. *STUDY OF PERFORMANCE INDICATORS OF POTATO HARVESTING MACHINES WITH MODERNIZED WORKING BODIES* 112

ZABARA K. A., SHEMYAKIN A. V., TERENTYEV V. V., ANDREEV K. P. *ADVANCED SOLUTION FOR IMPROVING THE SAFETY OF AGRICULTURAL EQUIPMENT WHEN STORAGE* 120

KASHIRIN D. Y., USPENSKIY I. A., YUKHIN I. A., MACHNEV A. V., BOCHKOV P. E. *STUDY OF PELTIER ELEMENT POWER CHARACTERISTICS* 129

KOLOSHEIN D. V., TSYGANOV N. V. MASLOVA L.A., KULKOV S.N. *ON THE ISSUE OF DAMAGE TO POTATOES DURING HARVESTING AND STORAGE* 136

MAXIMOV N.M.*HEAT BALANCE OF WAX HEATING UNITS* 142

PLOTNUKOV S.A.,KARTASHEVICH A. N.,SMOLNIKOV M.V., SHIPIN A.I. *ESTIMATION OF ADJUSTING INDICATORS OF DIESEL UNDER HIGH-TEMPERATURE EXPOSURE TO DT* 149

SIIMDYANKIN A. A., USPENSKIY I. A., SLYUSAREV M. N. *ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF ULTRASONIC PARAMETERS ON LUBRICATING PROPERTIES OF ENGINE OILS AND THE WEAR OF ENGINE FRICTION UNITS WHEN ULTRASONIC OIL TREATMENT* 155

ULYANOV V. M., KHRIPIN V. A. LUZGIN N.E., VARAVIN V. I., ZHIZHNOV D. A. *GROUNDING PARAMETERS OF THE MILKING MACHINE PULLER* 161

USHAKOV O. V.,KOSTENKO M. Y.,BEZNOSYUK R. V. *EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE COMBINED METAL CUTTING TOOL* 170

FADEEV I. V. *INFLUENCE OF ROAD POLLUTION COMPONENTS FOR WATER ABSORPTION OF ANTI-CORROSIVE FILM* 177

FIRSOV A. S., BELYAKOVA E. S. *THE RESULTS OF A THREE-FACTOR EXPERIMENT OF A COMBINED CUTTER FOR VARIOUS LEVEL SOWING OF SMALL SEED CROPS AND THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS* 183

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 619:614.9

DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.001

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ОПТИЧЕСКОГО УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ КСЕНОНОВОЙ ЛАМПЫ НА ЧИСТЫЕ КУЛЬТУРЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

ГРЕЧНИКОВА Виктория Юрьевна, *аспирант кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии, vika.09051996@mail.ru*

КОНДАКОВА Ирина Анатольевна, *канд. вет. наук, доцент, зав. кафедрой эпизоотологии, микробиологии и паразитологии, irina20175@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ГРИГОРЕНКО Дмитрий Владимирович, *генеральный директор-главный конструктор АО «НПО «Рязаньприбор», gdv@rznprb.com*

Проблема и цель. *Целью данного исследования послужило теоретическое и практическое обоснование влияния высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы на чистые культуры микроорганизмов – Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella typhimurium, Proteus vulgaris, Klebsiella pneumonia, Hafnia alvei, а также изучение их чувствительности.*

Методология. *Для достижения поставленной цели было проведено исследование с применением импульсной ксеноновой лампы прибора «Заря-1», основанное на использовании высокоинтенсивного импульсного оптического излучения сплошного спектра, генерируемого мощными высокотемпературными плазменными источниками. Проведены исследования бактерицидного действия различного количества импульсов излучения ксеноновой лампы на чистые культуры микроорганизмов. Эффективность воздействия УФ-излучения ксеноновой лампы оценивали путем подсчета количества выросших колоний микроорганизмов на агаризированных питательных средах в опытных и контрольных чашках Петри через 24 часа после их облучения и последующего выдерживания в термостате при температуре t=37 °С. Проведены анализы и сравнение полученного бактерицидного эффекта, обусловленного действием излучения с различными по количеству импульсами, в отношении изучаемых микроорганизмов, причем каждая из культур обладает неодинаковой чувствительностью к ультрафиолетовому излучению.*

Результаты. *По результатам проведенной работы выявлена бактерицидная эффективность одного из вариантов излучения, что определяет исследуемый метод физической дезинфекции, как высоко результативный, опережающий по безопасности и эффективности химический метод и имеющий большие перспективы использования в животноводстве с целью обеззараживания воздуха животноводческих помещений.*

Заключение. *Полученные результаты делают необходимым определение бактерицидного действия УФ-излучения импульсной ксеноновой лампы в отношении других видов микроорганизмов.*

Ключевые слова: *ультрафиолет, обеззараживание, бактерицидное действие излучения, импульсная ксеноновая лампа.*

Введение

Исследования в области дезинфекции набирают бурные обороты, особенно в последние десятилетия, когда проблема экологической безопасности считается одной из главных. Поэтому одной из первостепенных задач, требующей быстрого решения, стоит отметить поиск эффективных и экологически безопасных методов дезинфекции воздуха [1,2,3].

Существует достаточное количество хорошо известных и широко применяемых методов дезинфекции. Однако почетное место занимают методы, в основе которых лежит использование ультрафиолетового излучения, которое, как высокоэффективное средство, влияет именно на живые клетки, способствуя осуществлению эффективной дезинфекции. При этом, чаще всего, не изменяет и не снижает качество и характеристики обрабатываемых объектов, что считается положительным отличием его от химических способов дезинфекции [4,5,6].

Область применения источников ультрафиолетового излучения в последние годы стремительными темпами расширяется. Их использование отмечается в медицине, промышленности и обиходе, чаще всего с целью обеззараживания поверхностей помещений, воздуха, воды и молока. Для этих целей наиболее результативным

© Гречникова В. Ю., Кондакова И. А., Григоренко Д. В., 2021 г.

считается диапазон излучения от 230 до 300 нм, именно в таких пределах проявляется бактерицидное действие УФ-излучения [7,8]. Наибольшее распространение получили ртутные лампы низкого давления, так как это безозоновые лампы, и в процессе их работы исключается опасность выхода ультрафиолетового излучения, а также не образуются диоксиды и озон [9,10,11].

Обеззараживание с применением ультрафиолетового излучения обладает рядом ценных качеств, позволяющих считать данный метод физической дезинфекции эффективным:

1) высокая эффективность против широкого спектра патогенных споровых и не споровых микроорганизмов в воздухе, воде и на поверхности животноводческих помещений;

2) компактность установки;

3) относительно короткий период обработки;

4) безреагентный процесс (без дополнительных химических компонентов);

5) не оказывает влияния на показатели воды, воздуха, не образует побочных продуктов, не портит поверхность животноводческих помещений;

6) легкость в эксплуатации и автоматизации.

Однако на данный момент установлено, что применение таких ламп небезопасно для здоровья человека и животных, а также в целом для окружающей среды, что связано с загрязнением среды ртутью и ее негативным влиянием. Помимо этого, для утилизации ртутных ламп необходимы большие экономические затраты. Исходя из этого, во многих странах с 2009 года из производственного цикла начали поэтапное выведение ламп, содержащих ртуть. Одновременно с учетом современной ситуации все чаще стала проявляться тенденция к поиску эффективных экологически чистых источников ультрафиолетового излучения. Новейшие разработки в области создания источников излучения делают возможным постепенный переход от использования ртутьсодержащих источников.

Таким примером можно считать импульсные ксеноновые лампы, представляющие собой электрическую дугу, наполненную ксеноновой плазмой [12,13,14].

Достоинствами этих ламп по сравнению с традиционными газоразрядными лампами являются: высокая энергия, способная вызвать гибель большого числа микроорганизмов, интенсивный поток, в несколько раз превышающий таковой в лампах низкого давления, а также значительная биоцидная результативность, затрагивающая не только структуру ДНК и РНК, но и высокомолекулярные органические вещества [15,16].

Эффективность бактерицидного воздействия импульсного ксенонового широкополосного облучения была неоднократно показана при обеззараживании воды на Escherichia coli (грамотрицательная бактерия).

Но, несмотря на достаточно широкое применение импульсных ксеноновых ламп, механизм их влияния на микроорганизмы все-таки остается недостаточно изученным [17,18].

Целью данной работы послужило изучение чувствительности к УФ-излучению импульсной ксеноновой лампы микроорганизмов на примере чистых культур Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella typhimurium, Proteus vulgaris, Klebsiella pneumonia, Hafnia alvei

В экспериментах использовалась импульсная ксеноновая лампа прибора «Заря-1», разработанного АО «ГРПЗ» (рис. 1).

Рис. 1 – Импульсный высокоинтенсивный оптический облучатель для обеззараживания воздуха «ЗАРЯ-1»

Технология основана на использовании высокоинтенсивного импульсного оптического излучения сплошного спектра, генерируемого мощными высокотемпературными (10000-40000 К) плазменными источниками. Излучатель предназначен для встраивания в систему принудительной вентиляции с целью обеззараживания воздуха и представляет собой устройство, обеспечивающее максимальную оптическую энергию до 100 Дж, с возможностью работ и синхронизации с другим аналогичным устройствами в единой системе [19].

Спектр лампы представлен на рисунке 2. Импульсная ксеноновая лампа характеризуется следующими техническими показателями: длительность импульсов не более 15 мс; частота повторений импульсов порядка 5 ± 1 Гц; максимальная оптическая энергия не более 100 Дж; производительность по воздушному потоку не менее 500 м^3/час; рабочее напряжение лампы не более 700 В; потребляемая мощность не более 500 Вт; режим работы импульсный; длина излучаемой волны – от 200 до 1500 нм.

Объектами изучения влияния высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы послужили следующие культуры микроорганизмов: *Escherichia coli* – грамотрицательные прямые или слегка изогнутые палочковидные бактерии с закругленными концами, факультативные анаэробы, спор не образуют, некоторые штаммы образуют микрокапсулу. Непосредственным местом пребывания *Escherichia coli* является дистальный отдел кишечника человека, животных, птиц. Вид *Escherichia coli* относится к санитарно-показательным микроорганизмам. Среди эшерихий выделяют группы условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Первые, особенно при иммунодефиците, способны вызывать гнойно-воспалительные процессы, последние же могут вызывать инфекционные заболевания с не-

посредственной локализацией патологического процесса во внутренних органах.

Staphylococcus aureus – шаровидные грамположительные микроорганизмы, располагающиеся в мазках в виде гроздьев винограда, факультативные анаэробы. Данный вид относится к патогенным микроорганизмам, обуславливает поражение любых органов и систем организма, при этом возможно развитие как местного патологического процесса (абсцессы, фурункулы, флегмоны), так и системные поражения (сепсис).

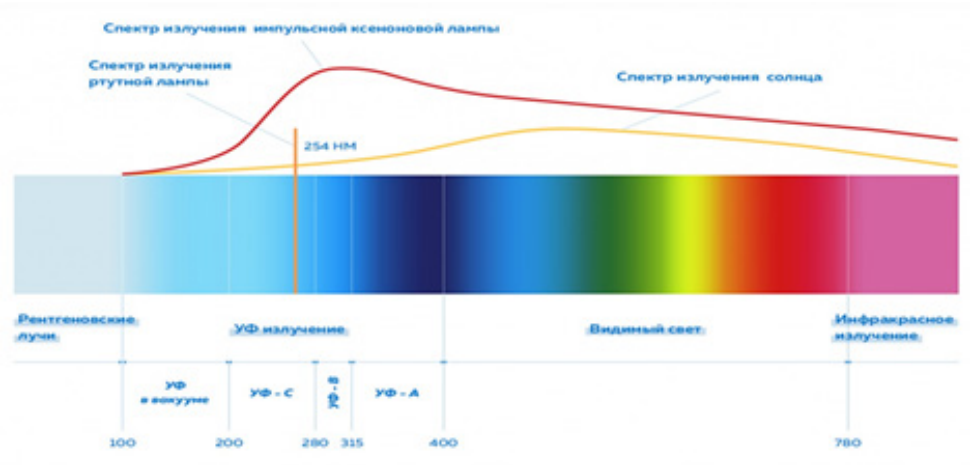


Рис. 2 – Спектральные характеристики импульсной ксеноновой лампы

Salmonella typhimurium – короткие грамотрицательные палочки с закругленными концами, спор не образуют, имеют микрокапсулу, факультативные анаэробы, подвижны благодаря перитрихиально расположенным жгутикам. Составляют группу патогенных микроорганизмов и являются одними из основных возбудителей сальмонеллеза у животных и человека. Чаще всего бактерий данного вида выделяют у телят и поросят.

Proteus vulgaris – подвижные полиморфные грамотрицательные палочки, спор и капсул не образуют, факультативные анаэробы. В небольших количествах протей можно обнаружить в кишечнике животных и человека, в результате чего протейная инфекция может развиваться как эндогенная. Но кроме содержимого кишечника *Proteus vulgaris* является обитателем объектов внешней среды: воды, почвы, гниющих продуктов.

Klebsiella pneumonia – грамотрицательные неподвижные короткие толстые палочки, образуют капсулу, факультативные анаэробы. *Klebsiella pneumonia* относятся к условно-патогенным микроорганизмам и, как и другие энтеробактерии, являются обитателями организма животных и человека. При снижении резистентности организма клебсиеллы принимают патогенные формы и вызывают развитие заболеваний с формированием патологического процесса в пищеварительном и урогенитальном тракте, а также в тканях легких.

Hafnia alvei – палочковидные, подвижные грамотрицательные бактерии, капсул и спор не образуют, факультативные анаэробы. Относятся к условно-патогенным микроорганизмам, широко распространенным в природе. Встречаются в фекалиях человека, животных, в том числе птиц, почве и сточных водах. Помимо этого, гафнии обитают в организме насекомых и являются возбудителем гафниоза пчел.

В качестве ростовых сред использовали питательный бульон для культивирования микроорганизмов и питательный агар для культивирования микроорганизмов сухой (ГРМ-агар) (ФБУН ГНЦ ПМБ Оболенск, Россия), содержащие следующие факторы роста: панкреатический гидролизат рыбной муки, натрий хлористый.

Посевы бактерий на стерильную агаровую среду осуществлялись с бульонной культуры бактериологической петлей. Методика посевов заключалась в получении изолированных колоний. После чего проводили облучение опытных чашек Петри с культурами микроорганизмов.

В эксперименте было три варианта облучения: 9 импульсов УФИ с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128+0,7; 18 импульсов УФИ с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128+0,7; 25 импульсов УФИ с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128, а также контрольный (без облучения).

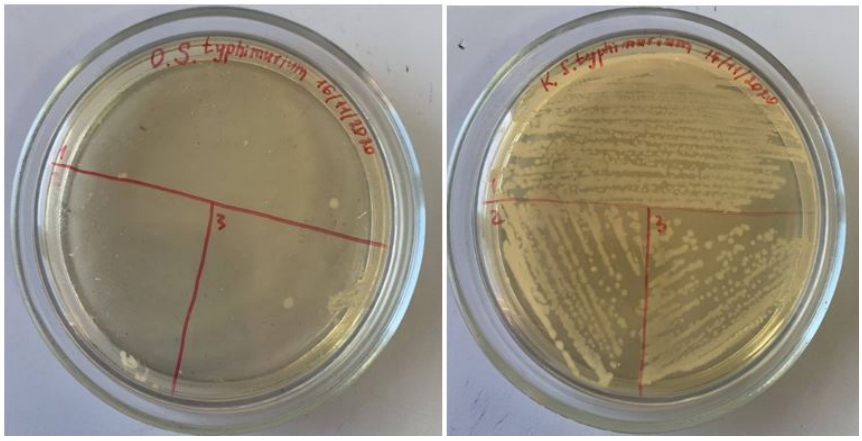
После облучения опытные и контрольные чашки выставляли в термостат на 24 часа при температуре t=37 °С. Учет опыта проводился на следующий день.

Результаты и обсуждение

В ходе проведения исследования было выявлено выраженное бактерицидное действие высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы на чистые культуры микроорганизмов. Результаты исследования представлены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1 – Влияние высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы на чистые культуры микроорганизмов

Исследуемые культуры	Опыт 1 (количество колоний)		Опыт 2 (количество колоний)		Опыт 3 (количество колоний)	
	облучение (1/128+0,7 9-1 Hz)	контроль	облучение (1/128+0,7 18-1 Hz)	контроль	облучение (1/128 25-1 Hz)	контроль
Hafnia alvei	18	1480	3	760	3	274
Echerichia coli	232	1264	14	712	2	736
Proteus vulgaris	120	сплошной ползучий рост	30	сплошной ползучий рост	25	сплошной ползучий рост
Klebsiella pneumonia	308	1280	14	424	4	205
Staphylococcus aureus	160	1402	57	1680	3	463
Salmonella typhimurium	180	1315	41	430	2	95



а б

а) после облучения импульсной ксеноновой лампой б) в контроле

Рис. 3 – Фотографии чашек Петри с культурой Salmonella typhimurium

Бактерицидная эффективность высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы связана с дезинтеграцией микроорганизмов по причине их перегрева в результате поглощения всего УФ-излучения. Данный феномен обусловлен воздействием импульсного излучения высокой плотности, в результате чего темпы подводки излучаемой энергии в разы превышают скорость выброса микроорганизмами тепловой энергии в окружающую среду. Таким образом, осуществляется перегрев микроорганизма, обуславливающий его разрушение.

Анализируя полученные данные, можно выявить следующие результаты (рис. 4). Выживаемость исследуемых микроорганизмов после воздействия 9-ю импульсами УФ-излучения с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128+0,7 (10,075 Дж) следующая: *Hafnia alvei* 1,2 %, *Echerichia coli* 18 %, *Klebsiella pneumonia* 24 %, *Staphylococcus* aureus 11,4 %, *Salmonella typhimurium* 13,6 %.

При воздействии же 18-ю импульсами УФ-излучения с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128+0,7 (10,075 Дж) следующие результаты: Hafnia alvei 0,4 %, *Echerichia coli* 1,97 %, *Klebsiella pneumonia* 3,3 %, *Staphylococcus aureus* 3,39 %, *Salmonella typhimurium* 9,5 %.

В результате воздействия 25-ю импульсами УФ-излучения с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128 (9,375 Дж) выживаемость микроорганизмов составляет: *Hafnia alvei* 1,1 %, *Echerichia coli* 0,3 %, *Klebsiella pneumonia* 1,95 %, *Salmonella typhimurium* 2,1 %, Staphylococcus aureus 0,65 %.

При анализе данных таблицы 1 следует заметить, что большая бактерицидная эффективность отмечается при воздействии 25-ю импульсами УФ-излучения с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128, а также необходимо отметить, что культуры *Proteus vulgaris, Klebsiella pneumonia и Salmonella typhimurium* при воздействии 25-ю импульсами УФ-излучения с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128 обладают большей устойчивостью по сравнению с другими представленными в опыте микроорганизмами. Кроме этого, после облучения чистой культуры *Proteus vulgaris* наблюдается закономерный рост в виде изолированных колоний.

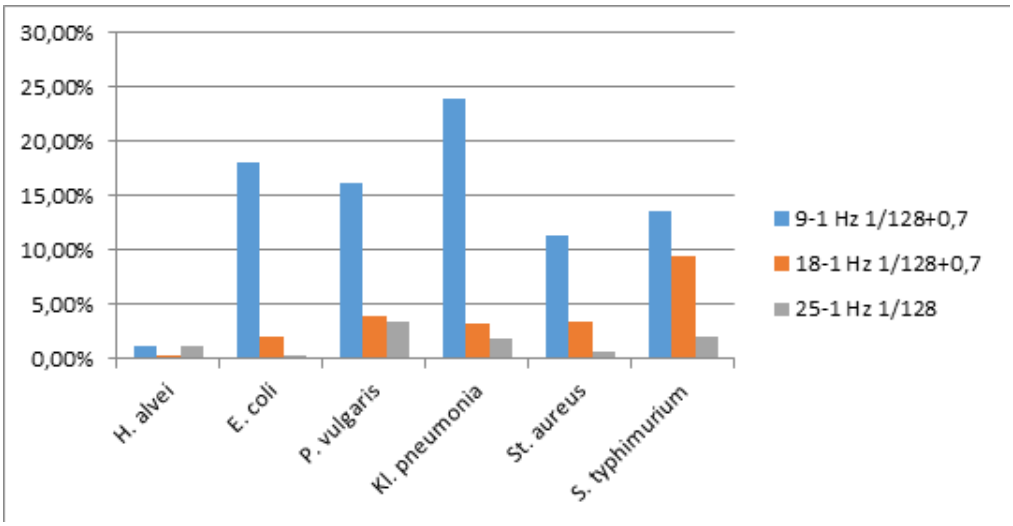


Рис. 4 – Выживаемость микроорганизмов после облучения различными по количеству импульсами

Заключение

Результаты исследования влияния высокоинтенсивного импульсного оптического УФ-излучения ксеноновой лампы на чистые культуры микроорганизмов *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella typhimurium, Proteus vulgaris, Klebsiella pneumonia, Hafnia alvei* показывают, что ее использование обладает выраженным бактерицидным действием в отношении опытных культур. Наибольшая бактерицидная эффективность отмечается при воздействии 25-ю импульсами УФ-излучения с интервалом 1 секунда и мощностью 1/128.

Полученные результаты делают необходимым определение бактерицидного действия лампы в отношении других видов микроорганизмов.

Список литературы

1. Влияние узкополосного УФ-излучения эксиплексной лампы на функционализацию бактериофага ms2 / О.С. Жданова, Е.П. Красноженов, Э.А. Соснин [и др.] // Векторы благополучия: экономика и социум. 2012. - №1 (2). - С.328-332. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-uzkopolosnogo-uf-izlucheniya-eksipleksnoy-lampy-na-funktsionalizatsiyu-bakteriofaga-ms2

2. Апробация набора реагентов для детекции Dickeyasolani для количественного учёта повреждений ДНК, вызванных воздействием импульсной ксеноновой лампы /П.Ю. Крупин, А.Б. Яремко, Ю.С. Панычева [и др.] // Известия ТСХА. 2018. - №2. - С.34-47. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aprobatsiya-nabora-reagentov-dlya-detektsii-dickeya-solani-dlya-kolichestvennogo-uchyota-povrezhdeniy-dnk-vyzvannyh-vozdeystviem

3. Бактерицидное действие ультрафиолетового излучения эксимерных и эксиплексных ламп на чистые культуры микроорганизмов /Л.В. Лаврентьева, С.М. Авдеев, Э.А. Соснин [и др.] // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2008. - №2 (3).- С.18-27. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bakteritsidnoe-deystvie-ultrafioletovogo-izlucheniya-eksimernyh-i-eksipleksnyh-lamp-na-chistye-kultury-mikroorganizmov

4. Характеристики излучения короткодуговых ксеноновых газоразрядных ламп высокого давления / С.В. Гавриш, А.Н. Кондратьев, В.В. Логинов [и др.] // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение», 2019. - №6 (129) – С. 50-63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristiki-izlucheniya-korotkodugovyh-ksenonovyh-gazorazryadnyh-lamp-vysokogo-davleniya

5. Анализ методов дезинфекции животноводческих помещений / А. С. Семенова, В. Ю. Гречникова, И. А. Кондакова // Сб: Научно-практические достижения молодых ученых как основа развития АПК: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции.- Рязань, 2020. - С. 265-269. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44516303

6. О важности дезинфекции / В. Ю. Гречникова, И. А. Кондакова, А. В. Суханова // Материалы Национальной научно-практической конференции «Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса» – Рязань, 2020.- С. 224-229. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44612404

7. Ультрафиолетовое излучение импульсно-периодических разрядов высокого давления в ксеноне /М.В. Филиппов, С.С. Коробков, В.М. Градов [и др.] // Математика и математическое моделирование. 2017. - №6. - С. 54-69. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ultrafioletovoe-izlucheniye-impulsno-periodicheskih-razryadov-vysokogo-davleniya-v-ksenone

8. Василяк, Л. М. Применение импульсных электроразрядных ламп для бактерицидной обработки /Л.М. Василяк // ЭОМ. 2009. - №1 (255). - С. 30-40. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-impulsnyh-elektrorazryadnyh-lamp-dlya-bakteritsidnoy-obrabotki

9.Опыт профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, с помощью импульсных ультрафиолетовых передвижных установок /О.Г. Чикина, Е.Б. Султанова, Ю.С. Румак // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2017. - №5 (96). - С. 75-79. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-profilaktiki-infektsiy-svyazannyh-s-

okazaniem-meditsinskoy-pomoschi-s-pomoschyu-impulsnyh-ultrafioletovyh-peredvizhnyh-ustanovok

10. Технические средства для обеззараживания воздуха и поверхностей объектов ветеринарно-санитарного контроля ультрафиолетовым бактерицидным излучением /А.А. Высоцкий, В.В. Вороняк // Науковийвісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького 2015. - №2 (62). - С. 300-308. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-sredstva-dlya-obezzarazhivaniya-vozduha-i-poverhnostey-obektov-veterinarno-sanitarnogo-kontrolya-ultrafioletovym

11. Совершенствование методических подходов к управлению риском распространения инфекций с аэрозольным механизмом передачи возбудителя /Н.В. Шестопалов, А.Ю., Скопин, Л.С., Федорова [и др.] // Анализ риска здоровью. 2019. - №1. - С.84-92. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodicheskih-podhodov-k-upravleniyu-riskom-rasprostraneniya-infektsiy-s-aerozolnym-mehanizmom-peredachi

12. Способ определения чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам / В.В. Шкарин, А.С. Благонравова, О.В. Ковалишена // Клиническая лабораторная диагностика. 2012.- №6. – С. 55-56. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-opredeleniya-chuvstvitelnosti-mikroorganizmov-k-dezinfitsiruyuschim-sredstvam

13. New effective metihods of non-apparatus disinfection in livestock premises/ Monakov S.// The Youth of the 21st Century: Education, Science, Innovations. Proceedings of the International Conference for Students, Postgraduates and Young Scientists Vitebsk. VSU named after P.M. Masherov. - 2014. - С. 113-114. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23332712

14. Computer modeling of a short-pulse excited dielectric barrier discharge xenon excimer lamp Carman R.J., Mildren R.P.Journal of Physics D: Applied Physics.- 2003. - Т. 36. № 1. - С. 19-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14186927

15. Experimental and theoretical study of the efficiency of an excimer lamp pumped by a pulse distributed dishare in xenon Ivanov V.V., Klopovskii K.S., MankelevichYu.A., Rakhimov A.T., Rakhimova T.V., Rulev G.B., Saenko V.B.Laser Physics. - 1996. - Т.6. №4. - С. 654-659.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13243452

16. Study on the discharge properties of xenon flash lamp and experimental measurement Zhao Y.-Q., Miao P.-L.,He F.,Gu J.,ZhaiR.-W.Spectroscopy and Spectral Analysis. - 2014. - Т. 34. № 7. - С. 1978-1982. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24622259

17. Optima Ibooster disinfection in water distribution systems Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2008. - № 2 (18). - С. 223-226. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11638332

18. I.A. Kondakova, E.M. Lenchenko, J.V. Lomova Dynamics of immunologic indices in diseases of bacterial etiology and the correction of immune status of calves //Journal of Global Pharma Technology. - Volume 08 Issue 11: - 2016. - November 2016. - P.08-11. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29481002

19. Kondakova I.A., Levin V.I., Lgova I.P., Lomova Yu.V., Vologzhanina E.A. and Antoshina O.A. Mycotoxins of the grain mass are an problem of agricultural enterprises International //Journal of Advanced Biotechnology and Research. - Vol.10. - Issue-2. – 2019. - p.223-230 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41377331

STUDYING THE INFLUENCE OF HIGH-INTENSITY PULSE OPTICAL UV RADIATION OF A XENON LAMP ON PURE CULTURES OF MICROORGANISMS

Grechnikova Viktoriya Yu., *Postgraduate Student, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, vika.09051996@mail.ru*

Kondakova Irina A., *Candidate of Veterinary Science, Associate Professor, Head of the Department of Epizootology, Microbiology and Parasitology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, irina20175@mail.ru*

Grigorenko Dmitriy V., *General Director, Chief Designer of JSC NPO Ryazanpribor, gdv@rznprb.com*

Problem and purpose. *The purpose of this study was the theoretical and practical substantiation of the effect of high-intensity pulsed optical UV radiation of a xenon lamp on pure cultures of microorganisms - Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella typhimurium, Proteus vulgaris, Klebsiella pneumonia, Hafnia alvei, as well as the study of their sensitivity.*

Methodology. *To achieve this purpose, a study was carried out using a pulsed xenon lamp of Zarya-1 device, based on the use of high-intensity pulsed optical radiation of a continuous spectrum, generated by powerful high-temperature plasma sources. There were studies of the bactericidal action of various numbers of xenon lamp radiation pulses on pure cultures of microorganisms. The effectiveness of exposure to UV radiation from a xenon lamp was assessed by counting the number of grown colonies of microorganisms on agar nutrient media in experimental and control Petri dishes 24 hours after their irradiation and subsequent incubation in a thermostat at a temperature of 37° C. Analyzes and comparisons of the obtained bactericidal effect caused by the action of radiation with pulses of different number in relation to the studied microorganisms were carried out. Each of the cultures had an unequal sensitivity to ultraviolet radiation.*

Results. *Based on the results of the work carried out, the bactericidal effectiveness of one of the radiation*

options was revealed, which determines the studied method of physical disinfection as a highly effective chemical method that is ahead in safety and efficiency, and has great prospects for animal husbandry when disinfecting the air of livestock buildings.

Conclusion. *The results obtained make it necessary to determine the bactericidal effect of UV radiation from a pulsed xenon lamp in relation to other types of microorganisms.*

Key words: *ultraviolet light, disinfection, bactericidal effect of radiation, pulsed xenon lamp.*

Literatura

1. Vliyanie uzkopolosnogo UF-izlucheniya eksipleksnoj lampy na funkcionalizaciyu bakteriofaga ms2 / O.S. ZHdanova, E.P. Krasnozhenov, E.A. Sosnin [i dr.] // Vektory blagopoluchiya: ekonomika i socium. 2012. - №1 (2). - S.328-332. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-uzkopolosnogo-uf-izlucheniya-eksipleksnoy-lampy-na-funktsionalizatsiyu-bakteriofaga-ms2

2. Aprobaciya nabora reagentov dlya detekcii Dickeyasolani dlya kolichestvennogo uchyota povrezhdenij DNK, vyzvannyh vozdejstviem impul'snoj ksenonovoj lampy /P.YU. Krupin, A.B. YAremko, YU.S. Panycheva [i dr.] // Izvestiya TSKHA. 2018. - №2. - S.34-47. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aprobatsiya-nabora-reagentov-dlya-detektsii-dickeya-solani-dlya-kolichestvennogo-uchyota-povrezhdeniy-dnk-vyzvannyh-vozdeystviem

3. Baktericidnoe dejstvie ul'trafioletovogo izlucheniya eksimernyh i eksipleksnyh lamp na chistye kul'tury mikroorganizmov /L.V. Lavrent'eva, S.M. Avdeev, E.A. Sosnin [i dr.] // Vestn. Tom. gos. un-ta. Biologiya. 2008. - №2 (3).- S.18-27. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bakteritsidnoe-deystvie-ultrafioletovogo-izlucheniya-eksimernyh-i-eksipleksnyh-lamp-na-chistye-kultury-mikroorganizmov

4. Harakteristiki izlucheniya korotkodugovyh ksenonovyh gazorazryadnyh lamp vysokogo davleniya / S.V. Gavrish, A.N. Kondrat'ev, V.V. Loginov [i dr.] // Vestnik MGTU im. N.E. Baumana. Seriya «Priborostroenie», 2019. - №6 (129) – S. 50-63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristiki-izlucheniya-korotkodugovyh-ksenonovyh-gazorazryadnyh-lamp-vysokogo-davleniya

5. Analiz metodov dezinfekcii zhivotnovodcheskih pomeshchenij / A. S. Semenova, V. YU. Grechnikova, I. A. Kondakova // Sb: Nauchno-prakticheskie dostizheniya molodyh uchenyh kak osnova razvitiya APK: Materialy Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii.- Ryazan', 2020. - S. 265-269. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44516303

6. O vazhnosti dezinfekcii / V. YU. Grechnikova, I. A. Kondakova, A. V. Suhanova // Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Tekhnologicheskie novacii kak faktor ustojchivogo i effektivnogo razvitiya sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa» – Ryazan', 2020.- S. 224-229. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44612404

7. Ul'trafioletovoe izluchenie impul'sno-periodicheskih razryadov vysokogo davleniya v ksenone /M.V. Filippov, S.S. Korobkov, V.M. Gradov [i dr.] // Matematika i matematicheskoe modelirovanie. 2017. - №6. - S. 54-69. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ultrafioletovoe-izluchenie-impulsno-periodicheskih-razryadov-vysokogo-davleniya-v-ksenone

8. Vasilyak, L. M. Primenenie impul'snyh elektrorazryadnyh lamp dlya baktericidnoj obrabotki /L.M. Vasilyak // EOM. 2009. - №1 (255). - S. 30-40. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-impulsnyh-elektrorazryadnyh-lamp-dlya-bakteritsidnoy-obrabotki

9. Opyt profilaktiki infekcij, svyazannyh s okazaniem medicinskoj pomoshchi, s pomoshch'yu impul'snyh ul'trafioletovyh peredvizhnyh ustanovok /O.G. CHikina, E.B. Sultanova, YU.S. Rumak // Epidemiologiya i vakcinoprofilaktika. 2017. - №5 (96). - S. 75-79. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-profilaktiki-infektsiy-svyazannyh-s-okazaniem-meditsinskoy-pomoschi-s-pomoschyu-impulsnyh-ultrafioletovyh-peredvizhnyh-ustanovok

10. Tekhnicheskie sredstva dlya obezzarazhivaniya vozduha i poverhnostej ob"ektov veterinarno-sanitarnogo kontrolya ul'trafioletovym baktericidnym izlucheniem /A.A. Vysockij, V.V. Voronyak // Naukovijvisnik L'vivs'kogo nacional'nogo universitetu veterinarnoї medicini ta biotekhnologij imeni S.Z. Ґzhic'kogo 2015. - №2 (62). - S. 300-308. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-sredstva-dlya-obezzarazhivaniya-vozduha-i-poverhnostey-obektov-veterinarno-sanitarnogo-kontrolya-ultrafioletovym

11. Sovershenstvovanie metodicheskih podhodov k upravleniyu riskom rasprostraneniya infekcij s aerozol'nym mekhanizmom peredachi vozbuditelya /N.V. SHestopalov, A.YU., Skopin, L.S., Fedorova [i dr.] // Analiz riska zdorov'yu. 2019. - №1. - S.84-92. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodicheskih-podhodov-k-upravleniyu-riskom-rasprostraneniya-infektsiy-s-aerozolnym-mehanizmom-peredachi

12. Sposob opredeleniya chuvstvitel'nosti mikroorganizmov k dezinficiruyushchim sredstvam / V.V. SHkarin, A.S. Blagonravova, O.V. Kovalishena // Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2012.- №6. – S. 55-56. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-opredeleniya-chuvstvitelnosti-mikroorganizmov-k-dezinfitsiruyuschim-sredstvam

13. New effective metihods of non-apparatus disinfection in livestock premises// Monakov S.V sbornike: The Youth of the 21st Century: Education, Science, Innovations. Proceedings of the International Conference for Students, Postgraduates and Young Scientists Vitebsk. VSU named after P.M. Masherov. - 2014. - S. 113-114. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23332712

14. Computer modeling of a short-pulse excited dielectric barrier discharge xenon excimer lamp Carman R.J., Mildren R.P.Journal of Physics D: Applied Physics.- 2003. - T. 36. № 1. - S. 19-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14186927

15. Experimental and theoretical study of the efficiency of an excimer lamp pumped by a pulse distributed dishare in xenon Ivanov V.V., Klopovskii K.S., MankelevichYu.A., Rakhimov A.T., Rakhimova T.V., Rulev G.B., Saenko V.B.Laser Physics. - 1996. - T.6. №4. - S. 654-659.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13243452

16. Study on the discharge properties of xenon flash lamp and experimental measurement Zhao Y.-Q., Miao P.-L.,He F.,Gu J.,ZhaiR.-W.Spectroscopy and Spectral Analysis. - 2014. - T. 34. № 7. - S. 1978-1982. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24622259

17. Optima Ibooster disinfection in water distribution systems Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie. - 2008. - № 2 (18). - S. 223-226. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11638332

18. I.A. Kondakova, E.M. Lenchenko, J.V. Lomova Dynamics of immunologic indices in diseases of bacterial etiology and the correction of immune status of calves //Journal of Global Pharma Technology. - Volume 08 Issue 11: - 2016. - November 2016. - P.08-11. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29481002

19. Kondakova I.A., Levin V.I., Lgova I.P., Lomova Yu.V., Vologzhanina E.A. and Antoshina O.A. Mycotoxins of the grain mass are an problem of agricultural enterprises International //Journal of Advanced Biotechnology and Research. - Vol.10. - Issue-2. – 2019. - p.223-230 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41377331

УДК 574.474 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.002**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛУГОВОГО ФИТОЦЕНОЗА НА ОСУШИТЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ

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

Проблема и цель*. Осушительный объект Тинки-II является уникальным комплексом вследствие отличительных природных условий и длительного срока мелиоративного воздействия, начатого в середине 1950-х годов с целью осушения болотной торфяной почвы и вовлечения ее в сельскохозяйственный оборот. Позднее, в 1980-х годах, на осушаемой территории было введено двойное регулирование водного режима посредством дождевания. С конца 1990-х годов осушаемые земли не использовались. Сейчас агроландшафты преобразовались в природные сообщества. Финансирование мониторинговых и уходных работ за элементами осушительной системы со стороны государства не оказывается. Это, в свою очередь, привело к нарушению мелиоративных и агрохимических свойств торфяной почвы и проявлению деградации. Почва как биокосная система неразрывно связана с растительными сообществами.*

Методология. *Проведенный автором совместно с сотрудниками ВНИИГиМ в 2010-2020 годах мелиоративный, почвенно-экологический и фитосоциологический мониторинг определил свойства почвы, видовой состав луговых трав, тип ассоциации обследуемого участка луга. Более ценной информацией, которая будет использована при разработке рекомендаций по использованию территории в качестве кормовых угодий, является познание взаимосвязей экологических факторов с растениями. С этой целью проведены исследования по общеизвестным классическим методикам.*

Результаты. *Большее видовое разнообразие, различие по высоте и фитомассе установлено у злаков с преобладанием таких, к примеру, как Elytrigia repens, Alopecúrus praténsis и Bromopsis inermis, чуть меньше определено разнотравья из разных семейств Urtica dioica, Conium maculatum и Chaerophyllum temulum, еще меньше бобовых Lathyrus pratensis, Medicago falcata, Trifolium pratense.*

Заключение. *В результате выявлены качественные и количественные отличия растительных сообществ вблизи магистрального канала с высоким увлажнением почвы, вблизи п. Полково с хорошей освещенностью и вблизи леса в большей степени с рассеянным светом. Фитомасса растений выше на участке вблизи п.Полково.*

Ключевые слова: *луг, растительные сообщества, вид, фитомасса.*

Введение

Особая значимость территории осушительного объекта Тинки-II определяется отличительными природными условиями и длительным сроком мелиоративного воздействия, что обусловило иное формирование растительности по сравнению с похожими участками. Осушительный объект находится в границах экополигона, на котором ведется почвенно-экологический и фитосоциологический мониторинг с 2010 года по сегодняшний день, он

© Захарова О. А., 2021 г.

является объектом учебной практики студентов Рязанского ГАТУ. Экополигон представляет собой неповторимую естественную систему замкнутой территории Окского бассейна, характерного для Мещерской низменности, с высокой динамической структурой, что позволяет рассмотреть взаимосвязь всех составляющих ландшафта (лес, луг, болото, озеро, река) [3, 5, 13, 14, 17]. Для объекта Тинки-II характерна замкнутая водосборная территория, поэтому анализ с позиции системного подхода процессов взаимовлияния всех экологических факторов позволяет дать оценку взаимодействия абиотических и биотических отношений современного фитоценоза в динамике. По результатам мониторинговых наблюдений авторами опубликованы научные статьи и монографии, но связь геоботаники с экологическими факторами необходимо рассматривать в совокупности разных экологических факторов в динамике с позиции системного подхода [13,18], поэтому тема актуальна.

Объекты и методы исследований

Цель исследования – выявление особенности луга как биогеоценоза в условиях длительного мелиоративного воздействия во взаимосвязи растительности и водного режима почвы.

Осушительный объект был сооружен с целью отвода избытка воды с данной территории и вовлечения ее в сельскохозяйственный оборот [12, 15, 16] и действует с середины 1950-х гг. Позднее было введено двухстороннее регулирование водного режима торфяной почвы при орошении сельскохозяйственных культур дождеванием. К сожалению, в течение 30 лет финансирования на уходные мероприятия за работой осушительной системы нет. Как последствие, в процессе мониторинга выявлены регрессивные признаки всех сетей осушительной системы [5, 6]. Почва – осушенные торфяники низинного типа с выявленными признаками деградации [4, 7, 11].

Луг на осушаемом объекте условно делился на три участка: вблизи магистрального канала, на границе с лесом, вблизи п. Полково, которые характеризовались разным водным режимом почвы.

При проведении исследований заложены длинные узкие площадки длиной 30 м, методом случайных отборов выполнены на 1 м² геоботанические описания. Затем на площади 0,25 м² проведены укосы серпом луговых трав на высоте 5 см от поверхности почвы для изучения фитомассы, распределения по агрогруппам и сушки в сушильном шкафу в течение 8 часов при температуре 80 °С [1, 2, 6, 7]. При взвешивании трав с последующей интерпретацией результатов применялся метод Манна-Уитни в программном пакете Statistica 10 [2].

С помощью экологических шкал Ландольта с использованием данных агрохимического и мелиоративного анализов торфяной почвы выполнены графики ординации [9, 12]. Критерий Краскелла-Уоллиса [9] дал возможность провести различия флористической насыщенности и высоты травостоя. Ботаническая номенклатура изучена по определителю [8].

В прошлом территория использовалась в качестве сенокосов и пастбищ, для возделывания пропашных и овощных культур. Сейчас луг зарос травянистой растительностью и в сельском хозяйстве не используется, что наблюдается на мелиоративных объектах повсеместно. Так, например, из 4,8 млн га осушаемых земель сейчас задействовано в сельхозпроизводстве не более 1,1 млн га [5].

При проведении кластерного анализа не удалось выделить отдельный блок, что является показателем малого своеобразия флористического состава. В то же время, на всех участках обследования выявлены растения-доминанты, характерные для всего участка луга. Индикаторной при $p<0,01$ являлась группа гелиофитов для сообществ вблизи открытого осушительного магистрального канала и п. Полково; теневыносливых – для участка луга вблизи леса. В то же время из трав вблизи магистрального канала доминировали гигрофиты, а на двух других обследуемых участках – мезофиты.

Так, высокую встречаемость вблизи магистрального канала имели доминирующие виды из разнотравья – длиннокорневищная нитрофильная *Urtica dioica, Conium maculatum и Chaerophyllum temulum,* из злаков – E*lytrigia repens, Alopecúrus praténsis и Bromopsis inermis,* из бобовых – *Lathyrus pratensis, Medicago falcata, Trifolium pratense.* Аспект зелено-желтый.

Видовое многообразие сообщества установлено на центральном участке вблизи п. Полково, представленное эдификаторами злак *Agrostis tenuis* при обильном наличии *Elytrigia repens,* Alopecurus pratensis; разнотравье представлено многочисленными *Urtica dioica, Calla palustris,* ядовитыми *Cicuta virosa, Caltha palustris и Ranunculus polyanthemos, Lysimachia nummularia* с ползучим стеблем. Аспект зелено-желтый.

Иные виды выявлены на участке вблизи леса с большей флористической насыщенностью: из разнотравья доминировали *Pedicularis palustris, Oenanthe aquatica, Urtica dioica,* злаков *Phleum pratense, Festuca pratensis.* Аспект зелено-синий.

По высоте (рисунки 1, 2) луговые травы имели следующий убывающий ряд:

а б в

Выявлены экологические различия между растительностью по обеспеченности трав влагой. К магистральному каналу приурочены высокотравные сообщества с присутствием на откосах древесно-кустарниковой растительности, к примеру, Salix fragilis, Betula pendula.

Зарастание магистрального канала древесно-кустарниковой растительностью способствовало расселению бобров, которые построили хатки (рис. 3). Высокостебельные гелиофиты характерны для участка луга вблизи п. Полково, низкорослые травы установлены на участке вблизи леса.

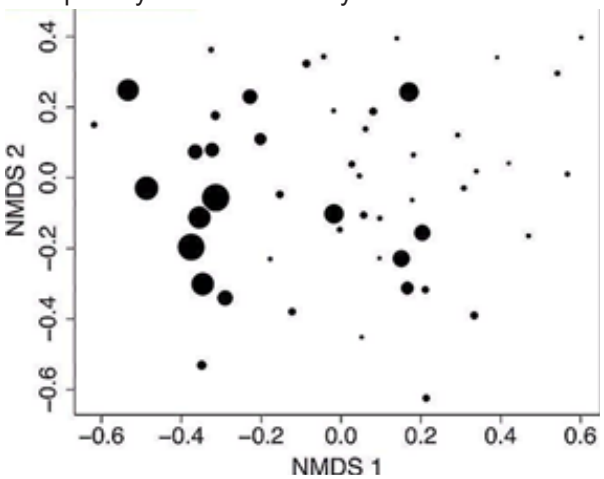


Рис. 1 – Различия видовом многообразии и росте травостоя на трех участках луга (магистральный канал справа)

Рис. 2 – Измерение высоты растений

Рис. 3 – Хатки бобров на магистральном канале

Ординационный анализ показал связь комплексных градиентов экологических факторов, суммарная дисперсия составила 59 %, остальная часть дисперсии отведена на неучтенные факторы. Такой показатель считается достаточным для установления высокой связи экологических факторов.

Анализ индикационных шкал Ландольта показал, что на участках ближе к открытому магистральному каналу с более влажными условиями произрастает много гигрофитов. Обеспеченность питанием на участке луга вблизи п. Полково выше, а возле леса и канала – чуть слабее. Экологические факторы по шкалам Ландольта учитывали ПВ – механический состав почвы, НП – влажность почвы, СВП – обеспеченность минеральным азотом, ВП – pH, ПН – гумусированность почвы, ПСВ – освещенность (рис.4).

Шкала Ландольта была использована для быстрого получения информации о сообществе растений луга, то есть по его состоянию можно дать оценку доминирующим экологическим факторам. Исследуемые системы конкретного растительного сообщества называются фитоиндикаторами. Впервые метод фитоиндикации применил Раменский в 1956 году и позднее усовершенствовали геоботаники, к примеру, Ландольт. В работе была использована точечная группа фитоиндикационной шкалы.

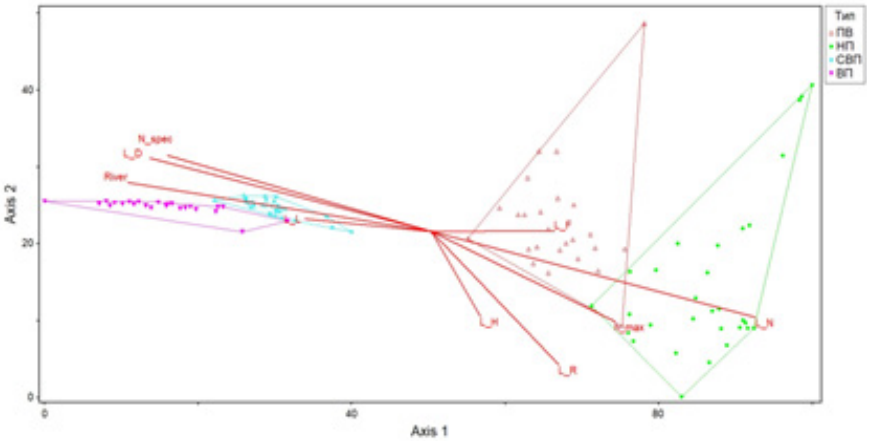


Рис. 4 – Ординация факторов по шкале Ландольта

Так, анализируя ординацию на рис. 4 таких показателей как влажность почвы и агрохимические свойства, в частности, обеспеченность азотом как основного питательного вещества растений, pH и содержания гумуса, четко отслежена прямая зависимость от вышеперечисленных экологических факторов. Воспользовавшись шкалой Ландолта, можно установить итоговые баллы:

– для участка луга вблизи магистрального канала НП=10 баллов из 12, СВП = 7 баллов из 9, ВП = 5 баллов из 9, ПН = 3 балла из 9 и ПСВ = 6 баллов из 9 из-за затенения древесно-кустарниковой растительностью на откосах канала. ∑= 31;

– для участка луга вблизи п. Полково соответственно НП= 9 баллов, СВП = 8 баллов, ВП = 6 баллов, ПН = 4 балла и ПСВ = 9 баллов. ∑= 36;

– для участка луга вблизи леса соответственно НП= 10 баллов, СВП = 8 баллов, ВП = 5 баллов, ПН = 4 балла и ПСВ = 3 балла. ∑= 30.

Шкала Ландольта апробирована при проведении исследований в течение 10 лет в условиях разной тепловлагообеспеченности.

В таблице приведена фитомасса агроботанических групп на исследованных трансектах разных участков луга.

Таблица – Сухая фитомасса агроботанических групп луговых трав на осушаемом объекте, г/м^2

Трансекта	Злаки	Бобовые	Разнотравье	Осоки	Хвощи	Мхи	∑
Участок вблизи магистрального канала	116,3±16,8	2,3±1,8	35,8±6,4	3,2±0,01	отс	отс	157,6
Участок вблизи п.Полково	108,5±8,2	9,6±4,1	31,5±12,4	отс	1,2±0,5	2,0±0,4	188,6
Участок вблизи леса	90,1±4,7	7,9±2,6	34,4±7,5	1,2±0,7	2,6±0,8	12,5±4,6	148,7

Из приведенных в таблице данных прослеживается отсутствие хвощей, мхов на участках вблизи магистрального канала и п. Полково, там же отмечена низкая фитомасса бобовых, что, на наш взгляд, связано с доминированием влаголюбивых злаков и разнотравья, фитомасса которых была выше.

На участке вблизи леса различия в фитомассе разнотравья и мхов значительно, что объясняется экологическими требованиями последних, которым требуется рассеянный свет, хотя по влажности почвы условия для их произрастания хорошие.

Обобщая представленные данные, находим максимальную фитомассу на участке вблизи п.Полково с более благоприятными водным, световым и тепловым режимами. На участке вблизи магистрального канала этот показатель меньше на 17 % и на участке вблизи леса меньше на 22 %. Но в целом фитомасса на обследуемых участках высокая.

В ранее опубликованной работе отмечена особенность всего обследуемого луга, выявленная при проведении геоботанического и фитосоциологического мониторинга [3], заключающаяся в маловидовом разнообразии.

Выводы

Количественные отличия вблизи магистрального канала с высоким увлажнением почвы, вблизи п. Полково с хорошей освещенностью и вблизи леса в большей степени с рассеянным светом. Экологические факторы способствовали произрастанию видов с соответствующими требованиями, однако, видовое разнообразие невысокое. Фитомасса растений выше на участке вблизи п.Полково за счет злаков и разнотравья, чуть ниже на участке вблизи магистрального канала и участке вблизи леса. Большее видовое разнообразие, различие по высоте и фитомассе установлено у злаков с преобладанием таких, к примеру, как *Elytrigia repens, Alopecúrus praténsis u Bromopsis inermis,* чуть меньше определено разнотравья из разных семейств *Urtica dioica, Conium maculatum u Chaerophyllum temulum,* еще меньше бобовых *Lathyrus pratensis, Medicago falcata, Trifolium pratense.* Надо отметить, что крапива двудомная *(Urtica dioica)* обнаружена на всех обследуемых участках, что свидетельствует о достаточной влажности почвы, содержании в ней повышенного количества азота, так как является нитрофилом [10].

Список литературы

1.Борисова, И. В. Изучение аспективности растительных сообществ / И. В. Борисова // Проблемы современной ботаники. – Т.1. – М.-Л.: Наука, 1965. – С. 291-295. URL: https://www.dissercat.com/content/sterzhnekornevye-travy-yugo-vostoka-srednei-rossii

2.Боровиков, В. П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с. URL: http://kingmed.info/knigi/Meditsinskaya_informatika_i_biostatistika/book_1005/STATISTICA_Iskusstvo_analiza_dannih_na_kompyutere-Borovikov_V-2003-djvu

3.Ботаническое обследование осушеной торфяной почвы Рязанской Мещеры / О. А. Захарова, К. Н. Евсенкин, Л. М. Захаров, Т. А. Кудрявцева // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревсие чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. - 2019. – С. 343-346. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38138028

4.Зайдельман, Ф. Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов / Ф. Р. Зайдельман. - М. : КДУ, 2009. - 720 с. URL: https://www.studmed.ru/zaydelman-fr-genezis-i-ekologicheskie-osnovy-melioracii-pochv-i-landshaftov_4753b3491ca.html

5.Кучер, Д.Е. Агрохимические и мелиоративные свойства торфяной почвы Мещерской низменности при регулировании водного и пищевого режима шлюзованием / Д.Е. Кучер, О.А. Захарова, А.В. Шуравилин [и др.]. – Рязань: РГАТУ, 2018. – 232 с. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-vodnogo-rezhima-torfyanyh-pochv-mescherskoy-nizmennosti-shlyuzovaniem

6.Мусаев, Ф.А. Ядовитые растения кормовых угодий и их воздействие на организм сельскохозяйственных животных / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова, Н.И. Морозова, Я.В. Костин [и др.]. - Рязань, 2013.- 150 с. URL: https://yandex.ru/search/?text=6.%09Мусаев%2С%20Ф.А.%20Ядовитые%20растения%20кормовых%20угодий%20и%20их%20воздействие%20на%20организм%20сельскохозяйственных%20животных%20%2F%20Ф.А.%20Мусаев%2С%20О.А.%20Захарова&lr=11&clid=2073074&win=135

7.Организация почвенно-экологического мониторинга лесных экосистем Звенигородской биостанции МГУ // Труды Звенигородской биологической станции имени . Т. 5. – М.: Изд-во МГУ. – 2011. – С. 8-17. URL: https://istina.msu.ru/publications/article/811530/

8.Растительность пойменных лугов на территории Звенигородской биостанции МГУ // Труды Звенигородской биологической станции. – Т. 5. – М.: Изд-во МГУ. – 2011. – С. 166–173. URL: https://istina.msu.ru/publications/article/9292624/

9.Смелов С. П. Биологические основы луговодства / С.П.Смелов. — М.: Сельхозгиз, 1947. - 231 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006024088

10Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и Семья. – 1995. – 992 с URL: https://booksee.org/book/545200

11.Ушаков, Р.Н. Устойчивость почвы: научно-аналитический подход в агроэкологической оценке плодородия / Р.Н. Ушаков, О.А. Захарова, Н.А. Головина, О.А. Зубец.- Рязань, 2013. – 98 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/02000021388

12.Шуравилин А.В., Кибека А.И. Мелиорация. - М.: ЭКСМОС, 2006. - 944 с. URL: https://repository.rudn.ru/ru/authors/author/5440/

13.Щур А.В. Экологическая безопасность жизнедеятельности человека / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок [и др.]. – Рязань: Бел.-Рос. Ун-т, РГАТУ, РГУ, 2017. – 196 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32600421

14.Grame, J. P. Comparative plant ecology / J. P. Grame, J. G. Hodgson, R. Hunt. – London : Unwin Human, 1988. – 739 p. URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-1094-7

15.Tichэ, L., Chytrэ, M. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size // Journal of Vegetation Science. – 2006. 17. – P. 809-818. McCune B., Grace J. B., Urban D. L. Analysis of ecological communities. – Glenden Beach, Oregon: MjM Software Design. – 2002. – 300 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/280987408_Statistical_determination_of_diagnostic_species_for_site_groups_of_unequal_size

16 Vinogradov D., Polyakov A., Kuntsevich A. Influence of technology of growing on yield and oil chemical composition of linseed in non-chernozem zone of Russia // Journal of Agricultural Sciences. 2012. Т. 57. № 16. С. 135-142. URL: https://www.researchgate.net/publication/270468718_Influence_of_technology_of_growing_on_yield_and_oil_chemical_composition_of_linseed_in_Non-chernozem_zone_of_Russia

17.Vinogradov D.V., Vysotskaya E.A., Naumtseva K.V., Lupova E.I. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2020.–№422(1).–012014 URL: https://www.researchgate.net/publication/338494240_Features_of_using_modern_multicomponent_liquid_fertilizers_in_white_mustard_agrocoenosis

18.Vinogradov D. V., Makarova M. P., Kryuchkov M. M 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.–2020.– Vol.624.– 012077 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41528798

ECOLOGICAL FEATURES OF MEADOW PHYTOCENOSIS AT THE DRAINING FACILITY

Zakharova Olga A., *Doctor of Agricultural Science, Professor of the Department of Agronomy and Agrotechnologies,*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *Tinki-II drainage facility is a unique complex due to the distinctive natural conditions and the long-term reclamation impact, which began in the mid-1950s with the aim of draining the peat bog soil and bringing it into agricultural circulation. Later, in the 1980s, a double regulation of the water regime by means of sprinkling was introduced in the drained area. Since the late 1990s, the drained land has not been used. Nowadays, agricultural landscapes have been transformed into natural communities. The government does not provide funding for monitoring and maintenance of the drainage system elements. This, in turn, has led to the disturbance of the ameliorative and agrochemical properties of the peat soil and the manifestation of degradation. Soil as a bio-inert system is inextricably linked with plant communities.*

Methodology. *The land reclamation, soil-ecological and phytosociological monitoring carried out by the author together with the VNIIGiM employees in 2010-2020 has determined the soil properties, species*

composition of meadow grasses, and the type of association of the surveyed meadow area. The knowledge of the relationship of environmental factors with plants is more valuable information that will be used when developing recommendations for the use of the territory as forage lands. For this purpose, research has been carried out using well-known classical methods.

Results. *Greater species diversity, differences in height and phytomass were found in cereals with a predominance of Elytrigia repens, Alopecúrus praténsis, and Bromopsis inermis. There were slightly less forbs from different families of Urtica dioica, Conium maculatum and Chaerophyllum temulum, and even less legumes of Lathyrus pratensis, Medicago falcata and Trifolium pratense were identified.*

Conclusion. *As a result, the qualitative and quantitative differences of plant communities near the main canal with high soil moisture were revealed near the settlement of Polkovo with good illumination and near the forest, to a greater extent with diffused light. The phytomass of plants was higher in the area near Polkovo.*

Key words: *meadow, plant communities, species, phytomass.*

Literatura

1.Borisova, I. V. Izuchenie aspektivnosti rastitel'nyh soobshchestv / I. V. Borisova // Problemy sovremennoj botaniki. – T.1. – M.-L.: Nauka, 1965. – S. 291-295. URL: https://www.dissercat.com/content/sterzhnekornevye-travy-yugo-vostoka-srednei-rossii

2.Borovikov, V. P. Statistica: iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere / V. P. Borovikov. – SPb.: Piter, 2001. – 656 s. URL: http://kingmed.info/knigi/Meditsinskaya_informatika_i_biostatistika/book_1005/STATISTICA_Iskusstvo_analiza_dannih_na_kompyutere-Borovikov_V-2003-djvu

3.Botanicheskoe obsledovanie osushenoj torfyanoj pochvy Pyazanskoj Meshchery / O. A. Zaharova, K. N. Evsenkin, L. M. Zaharov, T. A. Kudryavceva // Kompleksnyj podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo hozyajstva: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Mezhdunarodnye Bochkarevsie chteniya), posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR, akademika MAEP i RAVN Bochkareva YA.V. – Ryazan': Izdatel'stvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta. - 2019. – S. 343-346. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38138028

4.Zajdel'man, F. R. Genezis i ekologicheskie osnovy melioracii pochv i landshaftov / F. R. Zajdel'man. - M. : KDU, 2009. - 720 s. URL: https://www.studmed.ru/zaydelman-fr-genezis-i-ekologicheskie-osnovy-melioracii-pochv-i-landshaftov_4753b3491ca.html

5.Kucher, D.E. Agrohimicheskie i meliorativnye svojstva torfyanoj pochvy Meshcherskoj nizmennosti pri regulirovanii vodnogo i pishchevogo rezhima shlyuzovaniem / D.E. Kucher, O.A. Zaharova, A.V. SHuravilin [i dr.]. – Ryazan': RGATU, 2018. – 232 s. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-vodnogo-rezhima-torfyanyh-pochv-mescherskoy-nizmennosti-shlyuzovaniem

6.Musaev, F.A. YAdovitye rasteniya kormovyh ugodij i ih vozdejstvie na organizm sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / F.A. Musaev, O.A. Zaharova, N.I. Morozova, YA.V. Kostin [i dr.]. - Ryazan', 2013.- 150 s. URL: https://yandex.ru/search/?text=6.%09Musaev%2C%20F.A.%20YAdovitye%20rasteniya%20kormovyh%20ugodij%20i%20ih%20vozdejstvie%20na%20organizm%20sel'skohozyajstvennyh%20zhivotnyh%20%2F%20F.A.%20Musaev%2C%20O.A.%20Zaharova&lr=11&clid=2073074&win=135

7.Organizaciya pochvenno-ekologicheskogo monitoringa lesnyh ekosistem Zvenigorodskoj biostancii MGU // Trudy Zvenigorodskoj biologicheskoj stancii imeni . T. 5. – M.: Izd-vo MGU. – 2011. – S. 8-17. URL: https://istina.msu.ru/publications/article/811530/

8.Rastitel'nost' pojmennyh lugov na territorii Zvenigorodskoj biostancii MGU // Trudy Zvenigorodskoj biologicheskoj stancii. – T. 5. – M.: Izd-vo MGU. – 2011. – S. 166–173. URL: https://istina.msu.ru/publications/article/9292624/

9.Smelov S. P. Biologicheskie osnovy lugovodstva / S.P.Smelov. — M.: Sel'hozgiz, 1947. - 231 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006024088

10Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv (v predelah byvshego SSSR). – SPb.: Mir i Sem'ya. – 1995. – 992 s URL: https://booksee.org/book/545200

11.Ushakov, R.N. Ustojchivost' pochvy: nauchno-analiticheskij podhod v agroekologicheskoj ocenke plodorodiya / R.N. Ushakov, O.A. Zaharova, N.A. Golovina, O.A. Zubec.- Ryazan', 2013. – 98 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/02000021388

12.SHuravilin A.V., Kibeka A.I. Melioraciya. - M.: EKSMOS, 2006. - 944 s. URL: https://repository.rudn.ru/ru/authors/author/5440/

13.SHCHur A.V. Ekologicheskaya bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti cheloveka / A.V. SHCHur, D.V. Vinogradov, N.N. Kazachyonok [i dr.]. – Ryazan': Bel.-Ros. Un-t, RGATU, RGU, 2017. – 196 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32600421

14.Grame, J. P. Comparative plant ecology / J. P. Grame, J. G. Hodgson, R. Hunt. – London : Unwin Human, 1988. – 739 p. URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-1094-7

15.Tiche, L., Chytre, M. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size // Journal of Vegetation Science. – 2006. 17. – P. 809-818. McCune B., Grace J. B., Urban D. L. Analysis of ecological communities. – Glenden Beach, Oregon: MjM Software Design. – 2002. – 300 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/280987408_Statistical_determination_of_diagnostic_species_for_site_groups_of_unequal_size

16 Vinogradov D., Polyakov A., Kuntsevich A. Influence of technology of growing on yield and oil chemical composition of linseed in non-chernozem zone of Russia // Journal of Agricultural Sciences. 2012. T. 57.

№ 16. S. 135-142. URL: https://www.researchgate.net/publication/270468718_Influence_of_technology_of_growing_on_yield_and_oil_chemical_composition_of_linseed_in_Non-chernozem_zone_of_Russia

17.Vinogradov D.V., Vysotskaya E.A., Naumtseva K.V., Lupova E.I. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2020.–№422(1).– 012014 URL: https://www.researchgate.net/publication/338494240_Features_of_using_modern_multicomponent_liquid_fertilizers_in_white_mustard_agrocoenosis

18.Vinogradov D. V., Makarova M. P., Kryuchkov M. M 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.–2020.– Vol.624.– 012077 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41528798

УДК 612.119:636.92 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.003***

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОГО ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ГЕМОПОЭЗА У КРОЛИКОВ

КАШИРИНА Лидия Григорьевна, *д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, lg.kashirina@yndex.ru*

ДЕНИКИН Сергей Александрович*, канд. биол. наук, доцент кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, s.denikin@yandex.ru*

ЩЕРБАКОВА Ирина Валерьевна, *ассистент кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, irina.bochkowa@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования являлось изучение механизмов действия биологически активных веществ различного природного происхождения для коррекции гемопоэза у кроликов.*

Методология. *Для достижения цели были проведены экспериментальные исследования на кроликах-самцах калифорнийской породы в возрасте 4-5 месяцев, живой массой 2370,0±120,0 г, сформированных в 3 группы (2 опытные и контрольная) по 10 голов, в условиях вивария ФГБОУ ВО Рязанского государственного агротехнологического университета. Острая постгеморрагическая анемия была искусственно смоделирована за 5 суток до экспериментальных исследований по показателям количества эритроцитов, гемоглобина, гематокритной величины, путем двукратного кровопускания 40 % объема крови. В качестве биологически активного вещества растительного происхождения был применен настой плодов Ирги обыкновенной (НПИО) и в качестве минерального – наноразмерный порошок кобальта (НРПК).*

Результаты. *Результаты настоящего исследования показали, что оба представителя биологически активных веществ зарекомендовали себя с положительной стороны. В опытных группах под их воздействием процесс восстановления осуществлялся быстрее по сравнению с контролем. Уровень эритроцитов достигал нормативных показателей в опытной группе 1 (с применением НПИО) на 8-е сутки, в опытной группе 2 (с применением НРПК) – на 14-е сутки, а гемоглобина на 8-е и 12-е сутки, соответственно, в то время как в контроле только к 18-м суткам.*

Заключение. *В результате исследования было установлено, что наилучшим образом зарекомендовал себя наноразмерный порошок кобальта, механизм действия которого объясняется малым размером частиц, влияющих на увеличение мембранной проницаемости и усиление процесса усвоения кобальта за счет энергии, образующейся при разрушении оксидной оболочки, окружающей частицу порошка. В отличие от настоя плодов Ирги обыкновенной, который вводился в рационы ежедневно, наноразмерный порошок кобальта уже при повторном введении в организм кроликов способствовал достижению уровня нормативных показателей.*

Ключевые слова: *кролики, эритроциты, гемоглобин, гематокрит, биологически активные вещества.*

Введение

Биологически активными веществам (БАВ) являются представители целого ряда веществ, необходимых живому организму для нормального функционирования, это витамины, органические кислоты, макро- и микроэлементы, флавоноиды, пектины, антоцианы, аминокислоты и т.д. [3-7, 9, 10]. Биологически активные вещества обладают высокой физиологической активностью и могут иметь различное при¬родное происхождение.

© Каширина Л. Г., Деникин С. А., Щербакова И. В., 2021 г.

Применением их можно компенсировать недостаток целого ряда веществ в организме животных, активизировать иммунные процессы, улучшить качество продукции. В современных условиях для получения от животных продукции высокого качества кроме основных питательных веществ – белков, жиров, углеводов, в рационах необходимо предусматривать наличие БАВ. Спектр действия их весьма широк – они регулируют работу органов и систем организма, оказывают влияние на все виды обмена веществ [1,3,7,8]. Не являясь лекарственными средствами, стимулируют физиологические процессы. Все питательные вещества животные получают с кормом, поэтому в соответствии с потребностями балансируются рационы, в которых предусматривают наличие определенного количества энергии. Однако корма не всегда могут содержать необходимые биологически активные вещества, из-за недостатка их появляются разного рода заболевания, поэтому возникает необходимость дополнительного введения [1,3].

Алиментарная анемия или белопухость является болезнью пушных зверей. Проявляется она снижением уровня ге¬моглобина в крови и изменением депигментации пуховых волос вследствие нарушения обмена органического железа. Анемия является серьезной причиной ухудшения общего состояния здоровья зверей и характеризуется снижением качества шкурок.

При этом происходит уменьшение количества эритроцитов, снижение уровня гемоглобина, белка, участвующего в газообмене. Нарушение процесса газообмена отражается на работе внутренних органов, таких как сердце, почки, при этом нарушается кислотно-щелочное равновесие в крови, снижается иммунитет. Из-за снижения иммунитета животные больше подвержены инфекциям, у них обостряются заболевания, которые возникают на этом фоне. Возникновение гипоксии сопряжено с недостатком кислорода, в результате этого может произойти сбой в работе ряда внутренних органов, который может закончиться даже летальным исходом. В организме кроликов процессы восстановления происходят в течение длительного времени [1,6].

Целью исследований было определение влияния биологически активных веществ растительного и минерального происхождения на скорость восстановления показателей красной крови до нормы при анемии у кроликов.

В качестве биологически активного вещества растительного происхождения был применен настой плодов Ирги обыкновенной (НПИО) и в качестве минерального – наноразмерный порошок кобальта (НРПК). Дадим краткую характеристику каждому из препаратов.

Ирга обыкновенная – растение, широко распространенное на всей территории России и за рубежом, но большинству населения оно не знакомо. Ягоды Ирги округлой формы, диаметром около 1 см, темно-фиолетового цвета. Период плодоношения растения, в зависимости от климатической зоны произрастания, с июня по август. Настои плодов Ирги обыкновенной являются замечательным биологически активным веществом, поскольку имеют в составе антоцианы, полисахариды, катехины, органические кислоты, витамины и минеральные вещества [3-7,10-12]. Заготовку плодов можно осуществлять самостоятельно, что значительно удешевляет стоимость продукции, а это особенно важно для кролиководов частного сектора и фермерских хозяйств.

В настоящее время физиологами на разных видах сельскохозяйственных животных широко изучается применение БАВ минерального происхождения в виде наноразмерных порошков металлов [1,2,4,5,8]. Наноразмерные порошки металлов в ультрадисперсном состоянии образуют непрерывно возникающие вокруг частиц многочисленные продолжительно действующие очаги ионов, которые активизируют физиологические процессы, вызывая ответную реакцию за короткий период времени, а это положительно влияет на функции живого организма [5].

В процессе гемопоэза важная роль принадлежит трем элементам минерального происхождения: железу, меди и кобальту; последний, в частности, как было установлено предыдущими исследованиями, активизирует эритропоэз и способен вызывать истинный эритроцитоз [1,3,6]. Нормальный уровень эритроцитов способствует интенсивному обмену веществ в организме, положительно сказывается на росте и развитии животных и, как следствие, на продуктивных качествах [1,4,7,10].

Биологически активные вещества, используемые в эксперименте, имели разное природное происхождение, химическую природу и механизмы действия, что и послужило предпосылкой к нашим исследованиям.

Методика исследований

Исследования были выполнены в виварии Рязанского государственного агротехнологического университета на кроликах-аналогах самцах калифорнийской породы в количестве 30 голов, в возрасте 4-5 месяцев, живой массой 2370,0±120,0 г. Животные содержались в индивидуальных клетках, имели свободный доступ к воде и кормам.

Острая постгеморрагическая анемия была искусственно смоделирована заранее, за 5 суток до экспериментальных исследований, по показателям количества эритроцитов, гемоглобина, гематокритной величины, в остром опыте, путем двукратного кровопускания 40 % объема крови.

Было сформировано три группы кроликов по 10 голов: контрольная, опытная 1 и опытная 2. Кролики контрольной группы были интактными и получали основной рацион (ОР), который содержал 205 г К.Е., 2,26 МДж обменной энергии и полностью удовлетворял физиологическим нормам и потребности организма молодняка [2]. Животные опытной группы 1 получали настой плодов Ирги обыкновенной (НПИО), животные опытной группы 2 – наноразмерный порошок кобальта (НРПК) дополнительно к ОР. Настой Ирги вводили перорально с помощью шприца до кормления. Кон-

трольные животные таким же способом получали дистиллированную воду. Из сухих плодов Ирги готовили настой (рис. 1). Для этого их заливали холодной водой в соотношении 1:10 и настаивали в течение 12 часов, затем доводили до кипения на водяной бане. После охлаждения настаивали еще в течение двух часов, затем настой фильтровали и хранили в холодильнике. При введении использовали настой комнатной температуры

.

Рис. 1 – Сушеные плоды Ирги обыкновенной и готовый настой

В эксперименте использовали НРП кобальта со средним размером частиц 20-30 нм, из которого готовили с помощью ультразвуковой ванны «ГРАД» биологически активный препарат суспензии в водной среде в соотношении 1:10, который водили парентерально, распыляя препарат из пульверизатора. Схема опыта приведена в таблице 1.

Забор крови осуществляли из бедренной вены кроликов до утреннего кормления, через двое суток, по общепринятой методике. Анализ выполняли на автоматическом гемоанализаторе «AbacusJuniorVet».

Таблица 1 – Схема опыта (n=10)

№ п/п	Группа	Рационы кормления
1.	Контрольная	Основной рацион (ОР)
2.	Опытная 1	ОР + 10 мл/на голову НПИО ежесуточно
3.	Опытная 2	ОР + НРПК 1 раз в 7 суток по 0,02 мг на 1 кг живой массы внутримышечно

Результаты исследований

Анализ содержания эритроцитов по группам позволил установить, что на вторые сутки эксперимента отмечено увеличение содержания эритроцитов в крови животных всех групп, указывающее на активизацию работы собственной системы гемопоэза. На четвертые сутки эксперимента наибольшее количество эритроцитов было в крови животных опытных групп. По сравнению с контролем в опытной группе 1 содержание эритроцитов увеличилось на 1,2 %, а в опытной группе 2 – на 2,8%. На 6-е сутки исследований лидирующее положение по уровню эритроцитов заняли животные опытной группа 1, в крови которых их содержание увеличилось на 4,1 % по сравнению с опытной группой 2 и на 9,1 % по сравнению с контрольной группой. Следовательно, ежедневное введение в рационы настоя плодов Ирги обыкновенной способствовало постепенной активизации эритропоэза. Данная тенденция продолжала сохраняться до 14 суток эксперимента. В этот период отбора проб наступил перелом в показателях, и лидирующие значения перешли к опытной группе 2, животным которой повторно парентерально был введен наноразмерный порошок кобальта. Под его влиянием у кроликов этой группы активнее происходил процесс восстановления эритроцитов, которые к этому времени достигли нормативных показателей. В опытной группе 1 показатели эритроцитов стали в пределах нормы на 16-е сутки, т. е. на двое суток позже, чем в опытной группе 2, а в контрольной группе – на 18-е сутки, т.е. на четверо суток позже. Следовательно, НРП кобальта принимал наиболее активное участие в восстановлении эритропоэза.

Основная функция гемоглобина, который входит в состав эритроцитов крови – перенос газов. Присоединяя кислород и углекислый газ, т.е. участвуя в оксигенации, гемоглобин выполняет свою основную функцию переносчика. Уровень гемоглобина достиг нормативных значений в опытной группе 1 к 8-м суткам эксперимента, в опытной группе 2 – к 12-м и в контроле – к 18-м суткам. Ежедневное введение настоя плодов Ирги обыкновенной в рационы кроликов увеличивало не только уровень эритроцитов, но восстанавливало уровень гемоглобина до нормы. Однако к периоду окончания исследований самый высокий уровень гемоглобина был в опытной группе 2, кролики которой получали НРПК. Он был выше, чем в опытной группе 1 (НПИО) и контроле, соответственно, на 0,47 % и 7,2 %, что характеризует наибольшую активность НРПК в процессе восстановления по сравнению с настоем плодов Ирги обыкновенной.

В эксперименте определялась гематокритная величина или гематокрит. Гематокрит показывает

процентное содержание эритроцитов по отношению к всему объему крови и характеризует густоту ее. В случае повышения гематокрита повышается и вязкость крови. Густая кровь склонна к образованию сгустков, которые могут образовывать тромбы, впоследствии блокирующие артериальный кровоток, что может привести к ряду заболеваний и даже к летальному исходу. За период эксперимента только в опытной группе 2 (НРПК) гематокрит достиг нормативных показателей к 16-м сутками, продолжая поддерживать их в последующие периоды. В других группах животных гематокритная величина была несколько ниже нормы.

Выводы

У кроликов процессы восстановления показателей красной крови протекают медленно, для этого требуется продолжительное время. Результаты экспериментальных исследований позволили установить возможность использования настоя плодов Ирги обыкновенной и НРП кобальта для коррекции функциональной активности органов кроветворения при лечении острой постгеморрагической анемии у кроликов в более короткие сроки.

В продолжении эксперимента во всех группах наблюдалось повышение уровня эритроцитов и гемоглобина до нормы, что свидетельствовало об активной работе органов кроветворения. Однако в группах этот процесс проходил с разной интенсивностью. В условиях, близких к хронической анемии, было оценено влияние биологически активных веществ разных механизмов действия на интенсивность и скорость эритропоэза. В опытных группах, под воздействием биологически активных веществ, процесс восстановления осуществлялся быстрее по сравнению с контролем. Уровень эритроцитов достигал нормативных показателей в опытной группе 1 (НПИО) на 8-е сутки, в опытной группе 2 (НРПК) – на 1-е сутки, а в контроле только к 18-м суткам. В эксперименте наилучшим образом зарекомендовал себя НРПК, механизм действия которого объясняется лучшей мембранной проницаемостью, обусловленной малым размером частиц, а также усилением процесса усвоения кобальта за счет того, что оксидная оболочка, окружающая частицу НРПК, при разрушении выделяет энергию, которая используется для транспорта веществ против градиента концентрации [4].

Настой плодов Ирги обыкновенной рекомендуется применять для коррекции гемопоэза у кроликов в оптимальной дозе 10 мл/голову ежедневно в течение 14 суток; количество эритроцитов к этому времени и уровень гемоглобина достигают нормативных показателей.

Кобальт в наноразмерной форме рекомендуем применять парентерально в дозировке 0,02 мг на килограмм живой массы в трехкратной повторности, с интервалом в семь суток, за весь период онтогенеза, поскольку он, в отличие от настоя плодов Ирги обыкновенной, интенсивнее воздействует на организм животных, вызывая истинный эритроцитоз при нормальном уровне гемоглобина и гематокрита и поддерживает эти показатели в течение длительного периода (табл. 2).

Таблица 2 – Гематологические показатели кроликов по периодам отбора проб (n=10)

Показатели Период отбора проб	Эритроциты, *10^{12}/л (норма 5,2 – 7,8)			Гемоглобин, г/л (норма 100,5 – 160,0)			Гематокрит, % (норма 35,0 – 48,0)		
	Опытная 1	Опытная 2	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Контрольная
0 сутки	4,055± 0,112	4,077± 0,127	3,977± 0,104	78,410± 0,256	77,505± 3,115	77,882± 2,32	26,411± 0,373	26,256± 0,616	26,696± 1,576
2 сутки	4,198± 0,414	4,298± 0,067	4,201± 0,075	83,061± 5,823	79,204± 1,789	81,584± 2,391	27,673± 2,018	27,137± 0,954*	29,056± 1,195
4 сутки	4,334± 0,143*	4,402± 0,053	4,281± 0,036	84,742± 5,156	83,017± 2,469	84,286± 2,959	30,716± 5,271	28,388± 0,715	29,176± 0,948
6 сутки	4,771± 0,548	4,578± 0,089*	4,339± 0,06	98,734± 5,156	86,502± 3,31	85,983± 2,581	33,413± 0,944	29,593± 0,592	29,563± 1,082
8 сутки	5,101± 0,186	4,666± 0,081*	4,453± 0,045	105,403± 0,267	92,503± 3,614***	89,380± 2,883	32,243± 1,378	30,558± 0,586**	29,705± 0,784
10 сутки	5,091± 0,079	4,749± 0,077	4,471± 0,045	104,732± 0,856**	96,601± 3,85***	92,984± 1,901	32,237± 1,164	31,697± 0,944**	30,357± 1,002
12 сутки	5,031± 0,145	4,964± 0,123*	4,655± 0,05	106,736± 2,044	104,004± 3,548***	94,686± 2,051	32,766± 1,575	32,864± 1,191**	30,649± 0,694
14 сутки	5,178± 0,086*	5,375± 0,138**	4,802± 0,037	108,071± 1,822	111,206± 5,314**	97,382± 1,426	32,896± 0,702	34,056± 1,183**	31,242± 0,732
16 сутки	5,541± 0,061	5,714± 0,092***	5,018± 0,088	117,730± 3,156	111,704± 3,66***	99,588± 2,968	33,496± 3,14	35,004± 1,118**	31,61± 0,989
18 сутки	5,491± 0,142	5,950± 0,074***	5,206± 0,168	119,514± 0,267**	119,105± 2,994***	107,684± 2,696	31,982± 0,124	35,956± 0,048**	31,945± 0,86
20 сутки	5,361± 0,246	5,995± 0,056***	5,322± 0,0045	119,633± 2,223**	120,204± 1,844***	111,582± 3,269	32,033± 0,206	36,286± 0,737**	32,873± 0,887

Примечание: условными знаками отмечена достоверность разницы в показателях опытных групп по сравнению с контрольной группой: * – p≤0,05, ** – p≤0,01, *** – p≤0,001

Список литературы

1. Деникин, С.А. Влияние кратности введения ультрадисперсного порошка кобальта на морфологические показатели крови и прирост массы кроликов/С.А. Деникин, Л.Г. Каширина // «Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК» Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов РГАТУ – 2012. - С.211-214. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20450208
2. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова / М.– 2003. – 456 с. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=18902061
3. Каширина, Л.Г. Влияние настоя ирги обыкновенной на эритропоэз кроликов /Л.Г. Каширина, И.В. Бочкова// Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2015. – №2. – С.5-9. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24832616
4. Коваленко, Л.В. Фармакологические свойства ультрадисперсного железа низкотемпературного водородного восстановления / Л.В.Коваленко, Г.В. Павлов, Г.Э. Фолманис [и др.]. // Докл. РАН. – 1998.– Т. 360. №4.– С.571-573. URL:
5. Лаксаева, Е.А. Влияние полисахарида ирги обыкновенной на резистентность мембран эритроцитов/ Е.А. Лаксаева, И.А. Сычев // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. –2013. –№ 1. –С.65-68. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=18926211
6. Степанова, А.В. Плоды видов рода AmelanchierMedik как источник антоцианов в условиях Белогорья / А.В. Степанова, В.Н. Сорокопудов, О.А. Сорокопудова, Н.И. Мячикова, Д.В. Степанова // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. –2012. – № 10-3(129). URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20283488
7. Стрела, Т.Е. Оценка плодов ирги на содержание биоактивных веществ / Т.Е. Стрела // Селекция и агротехника плодово-ягодных и овощных культур: науч. тр. УСХА. Киев, 1978. – Вып.220. – С.48-50.URL:
8. Mazza, G. Anthocyanins and other phenolicsof Saskatoon beriesAmelanchieralnifoliaNutt./ G . Mazza // J.Food Sci. – 1986. – V.51. – P.1260-1264.DOI: https://link.springer.com/chapter/978-3-662-13231-9_10
9. Sun, Jie. Antioxidant and antipoliferative activities of common fruits / Jie Sun et al. // J. Agric. Food Chem. – 2002. – Vol.50, №25. – P.7449-7454. DOI:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12452674
10. Wang, J. Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration / J. Wang, G. Zhou, C. Chan et al // The journal of physical chemistry. Toxicology letters, 2007. – 168. – P \. 176 –185. DOI:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17197136

THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF VARIOUS NATURAL ORIGIN FOR THE CORRECTION OF HEMATOPOIESIS IN RABBITS

Kashirina Lidia G., *Doctor of Biological Science, Full Professor, head of the Department of Anatomy and Physiology of Agricultural Animals, kashirina@rgatu.ru*

Denikin Sergey A., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy and Physiology of Agricultural Animals ,s.denikin@yandex.ru*

Shcherbakova Irina V., *Assistant of the Department of Anatomy and Physiology of Agricultural Animals, irina.bochkowa@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Problem and aim. *The aim was to study the mechanisms of action of biologically active substances of various natural origin for the correction of hematopoiesis in rabbits.*

Methodology. *To achieve this aim, experimental studies were conducted on male rabbits of the California breed at the age of 4-5 months, with a live weight of 2370.0±120.0 g, formed in 3 groups of 10 heads, in the vivarium of the Ryazan State Agrotechnological University. Acute post-hemorrhagic anemia was artificially modeled, 5 days before the experimental studies, according to the indicators of the number of red blood cells, hemoglobin, hematocrit value, by double bloodletting 40 % of the blood volume. As a biologically active substance of plant origin was usedan infusion of shadberry (IS), and as a mineral - nanoscale cobalt powder (NCP).*

Results. *The results of this study showed that both representatives of biologically active substances have proven themselves on the positive side. In the Experimental Groups, under their influence, the recovery process was carried out faster than in the Control Group. The level of red blood cells reached the standard indicators in the Experimental group 1 (IS) on day 8, in the Experimental Group 2 (NCP) on day 14, and hemoglobin on day 8 and 12, respectively, while in the Control only by day 18.*

Conclusion. *In the result of the study it was found that the best way has established itself nanosized powder cobalt, whose mechanism is due to a small particle size, affect the increase in membrane permeability and increased absorption of cobalt due to the energy generated during the fracture of the oxide shell surrounding the particle of the powder. In contrast to the infusion of the infusion of shadberry, which was introduced into the diets daily, nanoscale cobalt powder already when re-introduced into the body of rabbits contributed to achieving the level of regulatory indicators.*

Key words: *rabbits, red blood cells, hemoglobin, hematocrit, biologically active substances.*

Literatura

1. *Denikin,S.A.Vliyanie kratnosti vvedeniya ul'tradispersnogo poroshka kobal'ta na morfologicheskie*

pokazateli kroviiprirost massy krolikov /S.A. Denikin, L.G. Kashirina // «Innovacionnyenapravleniyaimetody realizaciinauchnyhissledovanij v APK» Sborniknauchnyhtrudovprepodavatelejiaspirantov RGATU – 2012. - S.211-214. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20450208

2. Kalashnikov, A.P. Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinina, V.V. SHCHeglova, N.I. Klejmenova / M.– 2003. – 456 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18902061

3. Kashirina, L.G. Veterinarno-sanitarnaya ocenka kachestva produktov uboya svinej pri vvedenii v racion nanorazmernogo poroshka zheleza / L.G. Kashirina, V.V. Kulakov// Vestnik RGATU im. P.A. Kostycheva. – 2012. – №4. – S.36-38. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18362614

4. Kovalenko, L.V. Farmakologicheskie svojstva ul'tradispersnogo zheleza nizkotemperaturnogo vodorodnogo vosstanovleniya / L.V. Kovalenko, G.V. Pavlov, G.E. Folmanis [i dr.]. // Dokl. RAN. – 1998.– T. 360. №4.– S.571-573. URL:

5. Laksaeva, E.A. Vliyanie polisaharida irgi obyknovennoj na rezistentnost' membran eritrocitov / E.A. Laksaeva, I.A. Sychev // Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. akademika I.P. Pavlova. –2013. –№ 1. –S.65-68. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18926211

6. Stepanova, A.V. Plody vidov roda AmelanchierMedik kak istochnik antocianov v usloviyah Belogor'ya / A.V. Stepanova, V.N. Sorokopudov, O.A. Sorokopudova, N.I. Myachikova, D.V. Stepanova // Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya: Medicina. Farmaciya. –2012. – № 10-3(129). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20283488

7. Strela, T.E. Ocenka plodov irgi na soderzhanie bioaktivnyh veshchestv / T.E. Strela // Selekciya i agrotekhnika plodovo-yagodnyh i ovoshchnyh kul'tur: nauch. tr. USKHA. Kiev, 1978. – Vyp.220. – S.48-50. URL:

8. Mazza, G. Anthocyanins and other phenolicsof Saskatoon beries Amelanchieralnifolia Nutt./ G . Mazza // J.Food Sci. – 1986. – V.51. – P.1260-1264.DOI: https://link.springer.com/chapter/978-3-662-13231-9-10.

9. Sun, Jie. Antioxidant and antipoliferative activities of common fruits / Jie Sun et al. // J. Agric.Food Chem. – 2002. – Vol.50, №25. – P.7449-7454. DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12452674/

10. Wang, J. Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration / J. Wang, G. Zhou, C. Chan et al // The journal of physical chemistry. Toxicology letters, 2007. – 168. – P \. 176 –185. DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17197136/

УДК 638.1 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.004***

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОПУЛЯЦИЮ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ЛАРЬКИНА Елена Олеговна, *младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства», alenaelena98@yandex.ru*

СВИЩУК Дарья Викторовна, *младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства», аспирант ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста, daryagalitskaya@yandex.ru*

ЛАПЫНИНА Елена Петровна, *канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории селекции и молекулярно-генетических исследований медоносных пчел, ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства», elena.p56@yandex.ru*

Проблема и цель. *Целью научного исследования является изучение влияния антропогенных и биотических факторов на популяцию медоносной пчелы Рязанской области.*

Методология. *Объект исследования: пчелиные семьи пасек разных районов Рязанской области, продукты пчеловодства. Для исследования были выбраны четыре участка пасеки, расположенные в границах Рязанской области. Опытные группы (далее ОГ) сформировали следующие участки: Кадомский район, д. Большое Лунино (54°34'58'' N, 42°21'25'' E) – ОГ №1; Захаровский район, д. Фурмакино (54°31'18'' N, 38°57'59'' E) – ОГ №2; Рыбновский район, с. Алешня (54°65'23'' N, 39°34'44'' E) – ОГ №3. В качестве контрольной группы (далее КГ) выбрана экспериментальная пасека Рыбновского района, с. Булыгино (54°66'58'' N, 39°26'52'' E). Пробоподготовка осуществлялась в период начала активного медосбора, путем отбора трех образцов каждого природного объекта. Образцы медоносных пчел отбирались от 5 пчелиных семей с каждого исследуемого участка, а также проводился отбор проб воды, медоносных растений и почвы. Для анализа степени пораженности заболеваниями нозематоз и варроатоз от каждой исследуемой пчелиной семьи было отобрано по 50-60 рабочих пчел.*

Результаты. *Проведен сравнительный анализ на содержание токсичных металлов в образцах*

© Ларькина Е. О., Свищук Д. В., Лапынина Е. П., 2021 г.

воды, почвы, теле медоносной пчелы, медоносных растений, пыльцевой обножки. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание кадмия, свинца, цинка и меди в образцах воды, медоносных растений, пыльцевой обножки и теле медоносных пчел находятся в предельно допустимой концентрации. Анализ образцов почвы показал превышение допустимой концентрации во всех исследуемых районах, за исключением Кадомского.

Заключение. *Загрязнение тяжелыми металлами прослеживается в цепочке: почва – медоносные растения – медоносная пчела – продукты пчеловодства в образцах Захаровского р-на, д. Фурмакино. В связи с этим размещение пасек в местах с повышенным содержанием токсичных элементов в природной среде может создавать угрозу интоксикации медоносных пчел и заноса этих металлов в продукты пчеловодства.*

Ключевые слова: *тяжелые металлы; медоносная пчела; продукты пчеловодства; медоносные растения; популяция; биоиндикатор; экологическая чистота; природная среда.*

Введение

Существует большое количество факторов природной среды, влияющих на жизнедеятельность и продуктивность пчелиных семей. К основным относятся биотические и антропогенные факторы. Медоносные пчелы довольно часто испытывают прямое или косвенное воздействие других видов – микроорганизмов (зоогенные факторы), растений (фитогенные факторы) [1]. Медоносные пчелы, как и другие представители фауны, имеют естественных хищников и вредителей в окружающей среде, которые наносят им ущерб. К этой группе факторов можно отнести комплекс болезней медоносных пчел, таких как нозематоз, варроатоз, акарапидоз и др. Поражения ими пчелиных семей вызывает уменьшение силы пчел, снижение продуктивности и, как следствие, приводит к гибели пчел [2].

Антропогенные факторы подразделяются на косвенные (влияние на среду обитания, кормовую базу пчелиных семей; загрязнение окружающей среды и т.д.) и прямые (воздействие человека на процессы, происходящие в улье; стимулирующие вещества, обеспечивающие увеличение продуктивности пчелиных семей и т.д.) [3].

В настоящее время все большую актуальность приобретают вопросы экологической чистоты продукции для населения страны. В связи с этим особое значение приобретает такая отрасль сельского хозяйства, как пчеловодство. Здоровье пчелиных семей и безопасность продуктов пчеловодства определяются экологическим состоянием места расположения пасеки. Отрасль производит различного рода пищевые и биологические продукты питания для людей, такие как мед, пыльцевая обножка, маточное молочко и другие [4]. Для того чтобы уменьшить поступление тяжелых металлов с продуктами пчеловодства в организм человека, было утверждено их нормирование. Возможность загрязнения токсичными элементами продуктов пчеловодства подтверждена научными исследованиями многих авторов, таких как В. И. Лебедев, Е. А. Мурашова 2004, Т. М. Русакова 1994, Л. Я. Морева 2011, Н. Г. Еремия 2010 и др. [5].

В группу наиболее опасных веществ для человека входят токсичные элементы. Выделяют три класса степени опасности:

– 1 класс (высокоопасные в-ва: As, Cd, Pb, Hg, Zn);

– 2 класс (умеренноопасные в-ва: Mo, Cu, Cr);

– 3 класс (малоопасные в-ва: Ba, Mn, Sr).

Наибольшую опасность представляют химические элементы, которые проявляют высокую токсичность – ртуть, кадмий, свинец [6]. Источниками этих элементов являются выбросы автотранспорта и производственных предприятий. Расположение пасеки вблизи данных источников приводит к попаданию этих элементов в улей пчелиной семьи при сборе нектара, пыльцы и прополиса. Прослежена зависимость в миграции тяжёлых веществ по цепочке: почва – медоносные культуры – медоносные пчелы – продукты пчеловодства – человек [7].

Жизнедеятельность пчелиной семьи неразрывно связана с их ареалом.

Несмотря на то, что пчелы самостоятельно формируют необходимые для их жизнеспособности условия в течение всего года, они напрямую связаны с животным и растительным миром, чистотой воздуха и климатическими факторами [8].

Медоносная пчела, а также продукты пчеловодства как исключительный объект, являющийся биоиндикатором, привлекают внимание многих ученых. С помощью апимониторинга возможно получить широкий спектр данных об экологическом состоянии природной среды [9].

Главные преимущества медоносных пчел:

– экспансия. Пчелы распространены повсеместно, выдерживают колебания различных факторов среды в большом диапазоне;

– пчелиные пасеки являются индикаторами апимониторинга, возможно дополнительное размещение ульев на территориях, где необходим контроль экологической обстановки;

– информацию по загрязнению природной среды дают тела пчел, мед, пыльца, прополис и др.;

– отбор образцов продуктов пчеловодства и пчел не требует значительных экономических затрат, в отличие от других индикаторов мониторинга.

Пчеловоды часто не придают значения масштабам существующей проблемы и располагают пасеки вблизи автомагистралей, производственных предприятий и т.д. Все это весьма отрицательно сказывается на качестве продуктов пчеловодства и состоянии пчелиных семей [10].

С каждым годом происходит ухудшение экологической обстановки, что приводит к возникновению угрозы для животного мира и человечества, продукты питания, в том числе и продукты пчеловодства, утрачивают экологическую чистоту [11]. Постоянно обнаруживаются повышенные кон-

центрации тяжелых металлов, радионуклидов в продуктах растительного и животного происхождения, в медоносных пчелах и продуктах пчеловодства [12].

С помощью медоносной пчелы мы получаем экологический прогноз состояния территории по загрязнению вредными веществами.

Медоносные пчелы в зависимости от своего происхождения, генетических и морфометрических особенностей по-разному воспринимает воздействие одних и тех же токсичных элементов [13].

Поэтому требования к качеству и безопасности продуктов пчеловодства регламентируются СанПином.

Целью исследований является изучение влияния антропогенных и биотических факторов на популяцию медоносных пчел Рязанской области.

В ходе научных исследований были выполнены следующие задачи:

– проведение анализа проб воды, почвы, пчел и пыльцы, отобранных с различных пасек Рязанской области, на содержание в них тяжелых металлов;

– определение влияния антропогенных факторов на пораженность пчелиных семей нозематозом и варроатозом.

Объекты и методы

Для исследования были выбраны четыре участка пасеки, расположенные в границах Рязанской области. Опытные группы (далее ОГ) сформировали следующие участки: Кадомский район, д. Большое Лунино (54°34'58" N, 42°21'25" E) – ОГ №1; Захаровский район, д. Фурмакино (54°31'18" N, 38°57'59" E) – ОГ №2; Рыбновский район, с. Алешня (54°65'23" N, 39°34'44‘‘ E) – ОГ №3. В качестве контрольной группы (далее КГ) выбрана экспериментальная пасека Рыбновского района, с. Булыгино (54°66'58" N, 39°26'52" E).

Пробоподготовка осуществлялась в период начала активного медосбора путем отбора трех образцов каждого природного объекта. Образцы медоносных пчел отбирались от 5 пчелиных семей с каждого участка пасеки. Содержание тяжелых металлов определялось по методике [14]. Для анализа степени пораженности заболеваниями нозематоз [15] и варроатоз [16] от каждой исследуемой пчелиной семьи было отобрано по 50-60 рабочих пчел по методике, одобренной Министерством сельского хозяйства РФ. Отбор проб воды, медоносных растений и почвы проводился методом конверта.

Результаты исследования

Варроатоз и нозематоз – это инвазионные болезни медоносных пчел. Они характеризуются ослаблением пчелиных семей, снижением их продуктивности, а так же гибелью пчел.

Определение пораженности пчелиных семей варроатозом в условиях пасеки можно установить визуально посредством определения клещей Варроа в смыве с медоносных пчел. Данным методом пользуются при диагностике варроатоза в ветеринарных лабораториях, проводя исследования образцов погибших пчел. Наиболее остро болезни проявляются ранней весной и значительно слабее в начале сентября.

Результаты анализа степени пораженности пчелиных семей заболеванием варроатоз представлены на рис. 1.

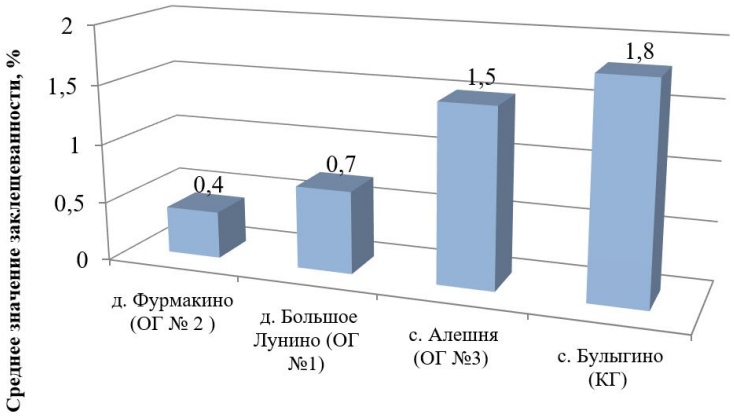


Рис.1 – Степень пораженности варроатозом пчелиных семей разных районов Рязанской обл.

По результатам исследования пчел на пораженность варроатозом самое высокое среднее значение заклещеванности пчелиных семей наблюдается в КГ; так, по сравнению с контрольной пасекой данный показатель в ОГ №2 ниже в 4,5 раза, в ОГ №1 – в 2,6 раза, №3 – в 1,2 раза.

Научные исследования по степени пораженности нозематозом пчелиных семей представлены в таблице

Таблица – Степень пораженности нозематозом пчелиных семей разных районов Рязанской обл.

Название участка с пасеками	№ пчелиной семьи	Степень нозематоза
Кадомский р-н, д. Большое Лунино (ОГ №1)	1	++
	2	+
	3	+
	4	++
	5	++

Продолжение таблицы

Захаровский р-н, д. Фурмакино (ОГ № 2)	2	+
	55	++
	43	+
	13	+++
	26	–
Рыбновский р-н, с. Алешня (ОГ № 3)	54	+++
	58	++
	52	++
	57	+++
	56	+++
Рыбновский р-н, с. Булыгино (КГ)	59	–
	70	+
	42	–
	4	+++
	6	++

Таким образом, из анализа данных таблицы сделан вывод о том, что средний показатель пораженности нозематозом в ОГ №2 – 1 степень, в ОГ №1 – 2 степень, в ОГ №3 – 3 степень и КГ – 1 степень;

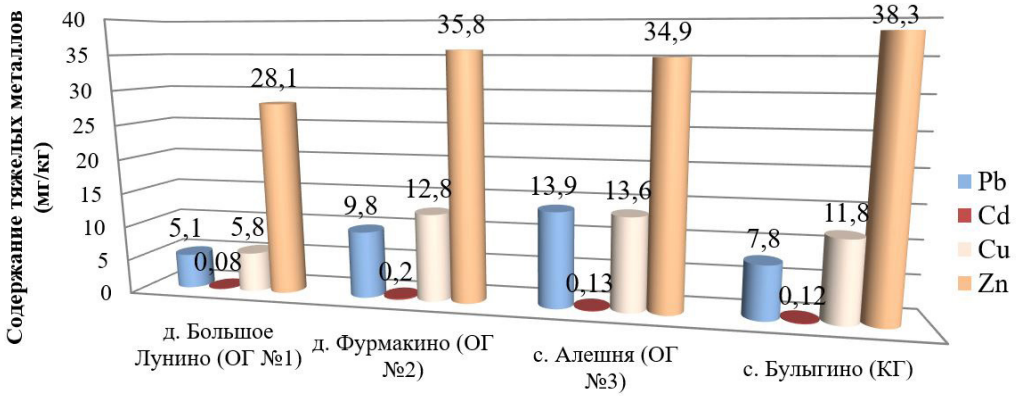


Рис. 2 – Концентрация тяжелых металлов в почвах разных районов Рязанской обл.

Анализ данных, представленных на диаграмме (рис. 2), показал, что концентрация свинца в почвах ОГ №2 и ОГ №3 выше контроля на 25,6 % и 78,2 % соответственно, а в ОГ №1 ниже на 34,6 %.

По содержанию кадмия и меди в почвах разных районов показатели выше контроля в ОГ №2 на 66,7 % (Cd) и на 8,5 % (Cu), в ОГ №3 на 8,3 % (Cd) и на 15,3 % (Cu), в ОГ №1 – ниже контроля на 33,3 % (Cd) и на 50,8 % (Cu). Содержание цинка в ОГ №1 ниже контроля на 26,6 %, в ОГ №2 на 6,5 % и в ОГ №3 на 8,9 %.

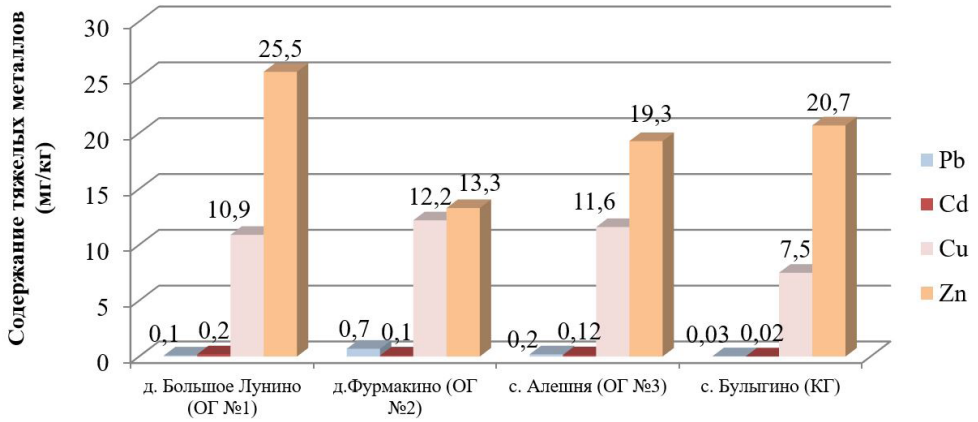


Рис. 3 – Концентрация тяжелых металлов в медоносных культурах разных районов Рязанской обл.

Данные, представленные на рис. 3, показывают, что содержание свинца и кадмия в медоносных культурах исследованных образцов выше относительно контроля в ОГ №1 в 3 раза (Pb) и 10 раз (Cd), в ОГ №2 в 23 раза (Pb) и в 5 раз (Cd), в ОГ №3 в 6,7 раз (Pb) и в 6 раз (Cd). Концентрация меди в пробах также выше относительно КГ в ОГ №1 на 45,3 %, в ОГ №2 на 62,7 % и в ОГ №3 на 54,7 %. Содержание цинка в ОГ №2 и ОГ №3 ниже контроля на 35,7 % и 6,8 % соответственно, в ОГ №1 на 23,2 % выше.

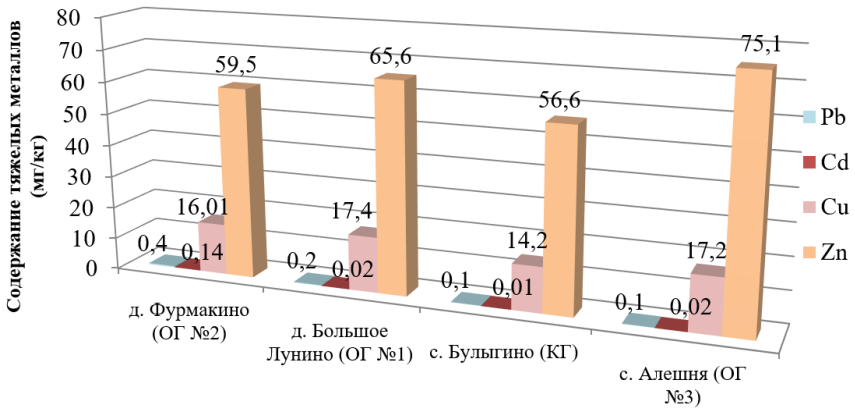


Рис. 4 – Концентрация тяжелых металлов в теле медоносных пчел разных районов Рязанской обл.

Полученные данные (рис. 4), показывают, что концентрация меди и цинка в теле медоносной пчелы во всех опытных группах выше относительно контроля: в ОГ №2 – на 12,7 % (Cu) и 5,1 % (Zn), в ОГ №1 на 22,5 % (Cu) и 15,9 % (Zn) и в ОГ №3 на 21,1 % (Cu) и 32,7 % (Zn). Содержание свинца и кадмия в теле медоносной пчелы в ОГ №1 в 2 раза выше контроля, в ОГ №2 – в 4 раза (Pb) и 14 раз (Cd), в ОГ №3 – в 2 раза по кадмию.

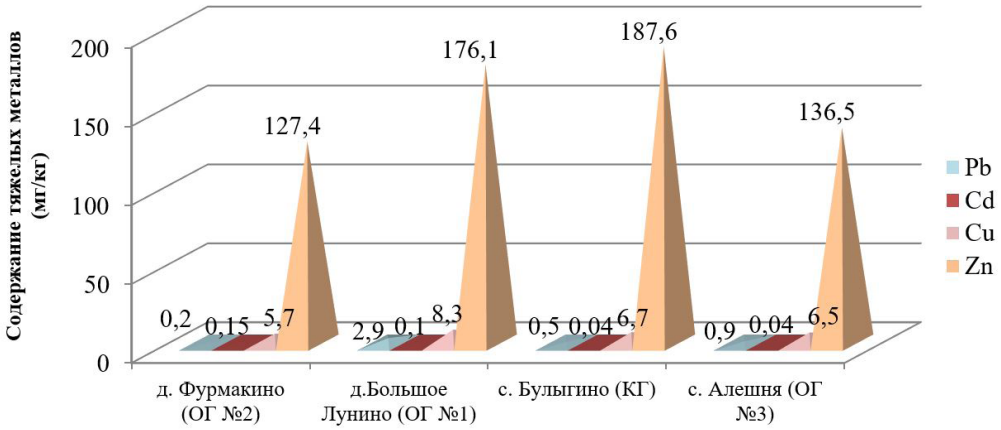


Рис. 5 – Концентрация тяжелых металлов в пыльцевой обножке разных районов Рязанской обл.

Данные, представленные на рисунке 5, свидетельствуют, что показатель концентрации меди в пыльцевой обножке ОГ №2 и ОГ №3 относительно контроля ниже на 14,9 % и 3 %, а в ОГ №1 – выше на 23,9 %. Содержание цинка в пыльцевой обножке в исследованных образцах ниже контроля в ОГ №2 на 32,1 %, в ОГ №1 на 6,1 % и в ОГ №3 на 27,2 %. Содержание свинца и кадмия в пыльцевой обножке ОГ №2 относительно контроля меньше в 4 раза (Pb) и в 3,8 раза больше по кадмию, в ОГ №1 больше в 5,8 раз (Pb) и в 2,5 раза (Cd), в ОГ №3 также выше относительно контроля в 2 раза (Pb).

При анализе проб воды из разных районов Рязанской области на тяжелые металлы в исследуемых образцах не обнаружено свинца, кадмия и меди и лишь цинк находился во всех образцах проб воды, но его содержание не превышало предельно допустимой концентрации (ПДК) по санитарно-гигиеническому нормативу [17].

Заключение

По результатам проделанной научно-исследовательской работы были сделаны выводы:

1. При сравнении ПДК тяжелых металлов с полученными данными в образцах почвы было выявлено, что содержание свинца, меди и цинка во всех районах Рязанской области, за исключением проб из Кадомского р-на, превышает допустимый уровень и не соответствует гигиеническим нормативам.

2. Самый высокий показатель содержания свинца и меди в образцах медоносных культур относительно контроля был обнаружен в Захаровском р-не, д. Фурмакино – 0,7 мг/кг и 12,2 мг/кг; кадмия и цинка – в п.г.т. Кадом, д. Большое Лунино – 0,2 мг/кг и 25,5 мг/кг соответственно. Получен-

ные значения концентрации тяжелых металлов в образцах медоносных растений в районах Рязанской области не превышают ПДК химических веществ в растениях по В. Г. Минееву, 1990 г.

3. По содержанию свинца и кадмия в теле медоносной пчелы относительно контроля показатель превышен в Захаровском р-не, д. Фурмакино – 0,4 мг/кг и 0,14 мг/кг, а по меди и цинку – в с. Алешня (Рыбновский р-н) – 17,2 мг/кг и 75,1 мг/кг соответственно.

4. Высокое содержание свинца и меди относительно контроля обнаружено в пыльцевой обножке в д. Большое Лунино Кадомского р-на – 2,9 мг/кг и 8,3 мг/кг соответствен;, кадмия – вЗахаровскомр-не, д. Фурмакино (0,15 мг/кг); цинка – в Рыбновском р-не, с. Булыгино
(187,6 мг/кг). Количество свинца и кадмия в пробах исследуемых районов не превышает ПДК по содержанию токсичных элементов в пыльцевой обножке.

Таким образом, загрязнение тяжелыми металлами незначительно, но прослеживается в цепочке: почва – медоносные растения – медоносная пчела – продукты пчеловодства в образцах Захаровского р-на, д. Фурмакино.

В связи с этим размещение пасек в местах с повышенной концентрацией токсичных элементов в окружающей среде может создавать угрозу интоксикации медоносных пчел и заноса этих металлов в продукты пчеловодства.

Анализируя полученные данные исследуемых природных объектов, в отношении которых установлена ПДК [10, 15, 17, 18], сделан вывод о том, что эти показатели не превышают допустимые значения, а, соответственно, находятся в пределах нормы; исключением являются показатели концентрации в почве. Взаимосвязь между средним значением заклещеванности пчелиных семей и их загрязнением токсичными элементами не прослеживается.

Список литературы

1. Еремия, Н. Г. Влияние окружающей среды на качество пчеловодной продукции / Н. Г. Еремия, Т. А. Дабижа, Н. М. Еремия, И. Додон // Материалы Международной конференции «Пчеловодство – XXI век. Пчеловодство, апитерапия и качество жизни». – М. :Пищепромиздат, 2010. – С. 65–67.

2. Илларионов, А. И. Ксенобиотики в пчелах и продуктах пчеловодства / А. И. Илларионов, А. А. Деркач // Агрохимия. – 2008. – № 3. – С. 85–96. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9933696

3. Корж А. П. Значение биотических факторов для медоносной пчелы / А. П. Корж, В. Е. Кирюшин // Пчеловодство. – 2013. – № 2. – С. 15-17. URL: https://beejournal.ru/biologiya-pchelinoj-semi/652-znachenie-bioticheskikh-faktorov-dlya-medonosnoj-pchely

4. Брандорф А.З. Гигиеническое поведение медоносных пчел на фоне смешанной инвазии А.З.Брандорф, А.И. Шестакова // Пчеловодсто. – 2020. – № 10. – С. 26-29. URL: https://beejournal.ru/annotatsii/4293-gigienicheskoe-povedenie-medonosnykh-pchel-na-fone-smeshannoj-invazii

5. Еськова М. Д. Химическое загрязнение водоемов на селитебных территориях / М. Д. Еськова / Пчеловодство. – 2016. - № 9. – С. 10-14. URL: https://beejournal.ru/priroda-nash-dom/352-khimicheskoe-zagryaznenie-vodoemov-na-selitebnykh-territoriyakh

6. Любимов А. И. Экологические факторы, влияющие на жизнедеятельность пчел / А. И. Любимов, Л. М. Колбина, С. Л. Воробьева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – №4. – С.157-159. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22742420

7. Максимов В. В. Влияние техногенных загрязнений на состояние пчел и продукты пчеловодства. Дис. канд. биол. наук. – Москва. – 2002. – 142 с. URL: https://www.dissercat.com/content/vliyanie-tekhnogennykh-zagryaznenii-na-sostoyanie-pchel-i-produkty-pchelovodstva

8. Porrini C. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination / C. Porrini, A. G. Sabatini, S. Girotti // Apiacta. – 2003. – Vol. 38. – P. 63–70. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/559328909

9. Русакова Т. М. Окружающая среда и продукты пчел / Т. М. Русакова, В. М. Мартынова // Пчеловодство. – 1994. – № 1. – С.14-17. URL: http://nazeb.ru/pr/611-okruzhayuschaya-sreda-i-produkty-pchel.html

10. Couvillon M. J., Hughes WOH, Perez-Sato J. A., Martin S. J., Roy GGF, Ratneiks FLW. Sexual selection in honey bees colony variation and the importance of size in male mating success // Behav Ecol. – 2010. – Vol.21. – P.520–525. URL: https://socionet.ru/publication.xml

11. Kairo G, Poquet Y, Haji H, Tchamitchian S, Cousin M, Bonnet M, Pelissier M, Kretzschmar A, Belzunces LP, Brunet J. L. Assessment of toxic effect of pesticides on honey bee drone fertility using laboratory and semifield approaches: a case study of fipronil // EnvrionToxicol Chem. – 2017. – Vol. 9(23). – P. 45–51. DOI: https://doi.org/10.1002/etc.3773

12. Mullin C. A., Frazier M, Frazier J. L., Ashcroft S, Simonds R, Vanengelsdorp D, Pettis J. S. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health // PLoS ONE. –2010. – Vol. 5(3): e9754. – P. 1-19. DOI: 10.1371/journal.pone.0009754

13. Botías C, David A, Horwood J, Abdul-Sada A, Nicholls E, Hill E, Goulson D. Neonicotinoid residues in wildflowers, a potential route of chronic exposure for bees // EnvrionSci Technol. – 2015. – Vol. 3; 49(21) – P. 31–40. DOI: 10.1021/acs.est.5b03459

14. Ягин, В. В. Апимониторинг тяжелых металлов районов Нижегородской области, отличающихся экологической напряженностью / В. В. Ягин, Д. А. Хомутов, В. А. Петров, А. Е. Хомутов // Вестник Мининского университета. – 2003. – №2. – 148 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23526055

15. Русакова, Т. М. Факторы окружающей среды и экологическая чистота продуктов пчеловодства / Т. М. Русакова, Л. В. Репникова, Л. А. Бурмистрова, А. С. Лизунова // Сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству. – Рыбное: НИИП, 2005. – 263 с. URL: https://www.elibrary.

ru/item.asp?id=28957456&pf=1

16. Мишин, И. Н. Медоносные пчелы – очистители в условиях загрязнения окружающей среды / И. Н. Мишин // Материалы 1-й международной научно-практической конференции в Беларуси «Успехи и проблемы современного пчеловодства». – Минск, 2005. – 41 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29329607

17. Ковальчук, И. И. Содержание тяжелых металлов в тканях медоносных пчел и их продукции в условиях органического сельскохозяйственного производства // И. И. Ковальчук, Р. С. Федорук // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2013. – № 4 (20). – С. 63-67. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-tyazhelyh-metallov-v-tkanyah-medonosnyh-pchel

18. Садовникова Е. Ф. Варроатоз пчел / Е. Ф. Садовникова, В. Н. Гиско, Е. М. Панькив. – Витебск: ВГАВМ. – 2019. – 32 с. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/559328909

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND BIOTIC FACTORS ON THE POPULATION OF BEE COLONIES IN THE RYAZAN REGION

Larkina Elena O., *junior researcher, Federal state budgetary scientific unstitution «Federal beekeeping research centre», alenaelena98@yandex.ru*

Svishchuk Darya V., *junior researcher, Federal state budgetary scientific unstitution «Federal beekeeping research centre», graduate student L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, daryagalitskaya@yandex.ru*

Latynina Elena P., *candidate of agricultural Sciences, senior researcher, Federal state budgetary scientific unstitution «Federal beekeeping research centre», elena.p56@yandex.ru*

Problem and goal. *The purpose of the research is to study the influence of anthropogenic and biotic factors on the population of the honey bee of the Ryazan region.*

Methodology. *Object of research: bee families of apiaries of different districts of the Ryazan region, bee products. Four apiary plots located within the boundaries of the Ryazan Region were selected for the study. The experimental groups (hereinafter referred to as OG) formed the following sections: Kadomsky district, Bolshoe Lunino village (54°34 '58" N, 42°21'25" E) – OG No. 1, Zakharovsky district, Furmakino village (54°31'18" N, 38°57'59" E) – OG No. 2, Rybnovsky district, Aleshnya village (54°65'23" N, 39°34'44" E) - OG No. 3. As a control group (hereinafter referred to as the KG), the experimental apiary of the Rybnovsky district, p. Bulygino (54°66'58" N, 39°26'52" E). Sample preparation was carried out during the beginning of the active honey collection, by selecting three samples of each natural object. Samples of honey bees were taken from 5 bee colonies from each study site, as well as water, honey plants and soil samples. To analyze the degree of infection with nosematosis and varroatosis from each studied bee family, 50-60 worker bees were selected.*

Results. *A comparative analysis of the content of toxic metals in samples of water, soil, honeybee body, honey plants, pollen pollen was carried out. The data obtained indicate that the content of cadmium, lead, zinc and copper in the samples of water, honey plants, pollen pollen and honey bees are in the maximum permissible concentration. The analysis of soil samples showed an excess of the permissible concentration in all the studied areas, with the exception of Kadomsky.*

Conclusion. *Heavy metal contamination can be traced in the chain: soil-honey plants – honey bee-bee products in the samples of Zakharovsky district, Furmakino village. In this regard, the placement of apiaries in places with a high content of toxic elements in the natural environment can pose a threat to the intoxication of honey bees and the introduction of these metals into beekeeping products.*

Key words: *heavy metals; honey bee; bee products; honey plants; population; bioindicator; environmental cleanliness; natural environment.*

Literatura

1. Eremiya, N. G. Vliyanie okruzhayushchej sredy na kachestvo pchelovodnoj produkcii / N. G. Eremiya, T. A. Dabizha, N. M. Eremiya, I. Dodon // Materialy Mezhdunarodnoj konferencii «Pchelovodstvo – HKHI vek. Pchelovodstvo, apiterapiya i kachestvo zhizni». – M. :Pishchepromizdat, 2010. – S. 65–67.

2. Illarionov, A. I. Ksenobiotiki v pchelah i produktah pchelovodstva / A. I. Illarionov, A. A. Derkach // Agrohimiya. – 2008. – № 3. – S. 85–96. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9933696

3. Korzh A. P. Znachenie bioticheskih faktorov dlya medonosnoj pchely / A. P. Korzh, V. E. Kiryushin // Pchelovodstvo. – 2013. – № 2. – S. 15-17. URL: https://beejournal.ru/biologiya-pchelinoj-semi/652-znachenie-bioticheskikh-faktorov-dlya-medonosnoj-pchely

4. Brandorf A.Z. Gigienicheskoe povedenie medonosnyh pchel na fone smeshannoj invazii A.Z.Brandorf, A.I. SHestakova // Pchelovodsto. – 2020. – № 10. – S. 26-29. URL: https://beejournal.ru/annotatsii/4293-gigienicheskoe-povedenie-medonosnykh-pchel-na-fone-smeshannoj-invazii

5. Es'kova M. D. Himicheskoe zagryaznenie vodoemov na selitebnyh territoriyah / M. D. Es'kova / Pchelovodstvo. – 2016. - № 9. – S. 10-14. URL: https://beejournal.ru/priroda-nash-dom/352-khimicheskoe-zagryaznenie-vodoemov-na-selitebnykh-territoriyakh

6. Lyubimov A. I. Ekologicheskie faktory, vliyayushchie na zhiznedeyatel'nost' pchel / A. I. Lyubimov, L. M. Kolbina, S. L. Vorob'eva // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana. – 2014. – №4. – S.157-159. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22742420

7. Maksimov V. V. Vliyanie tekhnogennyh zagryaznenij na sostoyanie pchel i produkty pchelovodstva. Dis.

kand. biol. nauk. – Moskva. – 2002. – 142 s. URL: https://www.dissercat.com/content/vliyanie-tekhnogennykh-zagryaznenii-na-sostoyanie-pchel-i-produkty-pchelovodstva

8. Porrini C. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination / C. Porrini, A. G. Sabatini, S. Girotti // Apiacta. – 2003. – Vol. 38. – P. 63–70. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/559328909

9. Rusakova T. M. Okruzhayushchaya sreda i produkty pchel / T. M. Rusakova, V. M. Martynova // Pchelovodstvo. – 1994. – № 1. – S.14-17. URL: http://nazeb.ru/pr/611-okruzhayuschaya-sreda-i-produkty-pchel.html

10. Couvillon M. J., Hughes WOH, Perez-Sato J. A., Martin S. J., Roy GGF, Ratneiks FLW. Sexual selection in honey bees colony variation and the importance of size in male mating success // Behav Ecol. – 2010. – Vol.21. – R.520–525. URL: https://socionet.ru/publication.xml

11. Kairo G, Poquet Y, Haji H, Tchamitchian S, Cousin M, Bonnet M, Pelissier M, Kretzschmar A, Belzunces LP, Brunet J. L. Assessment of toxic effect of pesticides on honey bee drone fertility using laboratory and semifield approaches: a case study of fipronil // EnvrionToxicol Chem. – 2017. – Vol. 9(23). – R. 45–51. DOI: https://doi.org/10.1002/etc.3773

12. Mullin C. A., Frazier M, Frazier J. L., Ashcroft S, Simonds R, Vanengelsdorp D, Pettis J. S. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health // PLoS ONE. –2010. – Vol. 5(3): e9754. – P. 1-19. DOI: 10.1371/journal.pone.0009754

13. Botías C, David A, Horwood J, Abdul-Sada A, Nicholls E, Hill E, Goulson D. Neonicotinoid residues in wildflowers, a potential route of chronic exposure for bees // EnvrionSci Technol. – 2015. – Vol. 3; 49(21) – R. 31–40. DOI: 10.1021/acs.est.5b03459

14. YAgin, V. V. Apimonitoring tyazhelyh metallov rajonov Nizhegorodskoj oblasti, otlichayushchihsya ekologicheskoj napryazhennost'yu / V. V. YAgin, D. A. Homutov, V. A. Petrov, A. E. Homutov // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2003. – №2. – 148 c. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23526055

15. Rusakova, T. M. Faktory okruzhayushchej sredy i ekologicheskaya chistota produktov pchelovodstva / T. M. Rusakova, L. V. Repnikova, L. A. Burmistrova, A. S. Lizunova // Sbornik nauchno-issledovatel'skih rabot po pchelovodstvu. – Rybnoe: NIIP, 2005. – 263 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28957456&pf=1

16. Mishin, I. N. Medonosnye pchely – ochistiteli v usloviyah zagryazneniya okruzhayushchej sredy / I. N. Mishin // Materialy 1-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v Belarusi «Uspekhi i problemy sovremennogo pchelovodstva». – Minsk, 2005. – 41 c. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29329607

17. Koval'chuk, I. I. Soderzhanie tyazhelyh metallov v tkanyah medonosnyh pchel i ih produkcii v usloviyah organicheskogo sel'skohozyajstvennogo proizvodstva // I. I. Koval'chuk, R. S. Fedoruk // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. – 2013. – № 4 (20). – S. 63-67. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-tyazhelyh-metallov-v-tkanyah-medonosnyh-pchel

18. Sadovnikova E. F. Varroatoz pchel / E. F. Sadovnikova, V. N. Gisko, E. M. Pan'kiv. – Vitebsk: VGAVM. – 2019. – 32 s. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/559328909

УДК 631.811:633 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.005***

РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОКУЛЬТУР

ЛУКЬЯНОВА Ольга Викторовна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, ovluk74@mail.ru*

ВАВИЛОВА Наталья Владимировна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологии общественного питания, nvavilova23@mail.ru*

ВИНОГРАДОВ Дмитрий Валериевич*, д-р биол. наук, профессор кафедры агрономии и агротехнологий, vdvrzn@mail.ru*

СТУПИН Александр Сергеевич, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, stupin32@yandex.ru*

СОКОЛОВ Андрей Андреевич, *канд. с.-х. наук, ст. преподаватель кафедры агрономии и агротехнологий, falcon-agro@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Реализация биологического потенциала агрокультур при производстве продукции растениеводства в условиях неустойчивого земледелия. Цель исследований – изучить влияние комплексных препаратов, содержащих важнейшие макро- и микроэлементы, биологически активные*

© Лукьянова О. В., Вавилова Н. В., Виноградов Д. В., Ступин А. С., Соколов А. А., 2021 г.

вещества, на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур.
Методология. *Объектами исследования в полевых опытах были регуляторы роста растений ОРГАНОСТИМ, Зеребро Агро и минеральное удобрение Грогрин микро марка: Дрип. Полевые опыты были заложены методом организованных повторений в четырехкратной повторности. Размер опытных делянок в опытах составлял 50-100 м², учетная площадь – 25-50 м². В ходе исследований отбирались образцы серой лесной тяжелосуглинистой почвы и растительных образцов сои, озимой пшеницы, картофеля, анализ которых проводили в ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская» и ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» согласно общепринятым методикам. Для оценки существенности полученных в опыте результатов осуществлялась математическая обработка урожайных и сопутствующих данных.*
Результаты. *Результаты полевых исследований показывают, что применение биологически активных соединений на разных этапах онтогенеза способствовало усилению процессов роста и развития культурных растений и повышению сопротивляемости негативному воздействию внешней среды. Вследствие этого агрокультуры, в зависимости от варианта опыта, формировали более развитую корневую систему, вегетативные и генеративные органы, что обеспечило существенное повышение урожайности сои на 2,4-3,2 ц/га ($НСР_{05}$ = 1,97 ц/га), озимой пшеницы на 3,7-5,5 ц/га ($НСР_{05}$ = 2,9 ц/га), картофеля на 3,34 т/га ($НСР_{05}$ = 2,91 т/га) с сохранением качества полученного урожая.*
Заключение. *Научно-обоснованное применение биологически активных веществ оказывает стимулирующие воздействие на культурные растения, активизируя физиологические процессы на всех этапах их жизненного цикла, от прорастания семян до уборки, существенно повышая урожайность агрокультур. Оптимизация питания растений повышает их устойчивость к возбудителям болезней сельскохозяйственных культур, нивелирует воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, благоприятно отражается на показателях качества растениеводческой продукции.*
Ключевые слова: *регулятор роста растений, минеральное удобрение, микроэлементы, соя, картофель, озимая пшеница, всхожесть, биометрические показатели, урожайность, показатели качества.*

Введение

В обеспечении нормальной жизнедеятельности организма человека решающая роль принадлежит качеству питания. Соблюдение принципов сбалансированного и рационального питания важно не только для нормального функционирования всех органов и систем, но и повышения защитных и адаптационных функций. К важным нутриентам, обеспечивающим сопротивляемость организма заболеваниям, относятся белки, пищевые волокна, минеральные вещества и витамины [1].

По данным ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», начиная с 1992 года в России потребление животных белковых продуктов снизилось на 25-35 %, среднедушевое потребление белка уменьшилось на 17-22 %, ежегодный дефицит пищевого белка превышает 1 млн тонн.

Наряду с белковосодержащими продуктами животного происхождения семена бобовых растений можно рассматривать как источник белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Решающая роль в восполнении дефицита белка растительного происхождения среди бобовых культур принадлежит сое. В ее семенах содержание этого важного нутриента может достигать 40-52 % [2].

Растительное сырье, используемое для производства большого ассортимента продуктов питания, богато пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами. Содержание этих ценных в пищевом отношении нутриентов может существенно понижаться в процессе переработки натурального сырья в ходе технологических процессов. В России одним из факторов риска в питании стала нехватка цельного зерна, того зерна, у которого сохранены все части семени: оболочка, зародыш и эндосперм. Используемое для производства пищевых продуктов зерно «рафинируется» до такой степени, что не несет пользы для здоровья, но обладает высокой калорийностью. Задача технологов в максимальной степени сохранить в процессе производства продуктов питания ценные макро- и микронутриенты растительного сырья [1].

Содержание важных нутриентов в растительном сырье зависит от условий, в которых оно было произведено. В частности, низкое содержание минеральных веществ и витаминов в нем может быть обусловлено снижением обеспеченности растений элементами питания, например, микроэлементами. Оптимизация питания растений является важным механизмом в регулировании качества растениеводческой продукции [3, 4]. В связи с этим увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение качества сырья – первостепенные задачи, стоящие перед производителями растениеводческой продукции [5, 6].

Продуктивность культурных растений зависит от многих антропогенных факторов, обуславливающих влияние на физиологические процессы, протекающие в растении в период роста и развития [7]. Среди них определяющая роль принадлежит обеспечению сельскохозяйственных культур элементами питания.

Оптимизации режима питания культурных растений предполагает внесение не только органических и минеральных удобрения, содержащих основные элементы питания – азот, фосфор и ка-

лий, но и использование комплексных удобрений, в состав которых входят макро- и микроэлементы, биологически активные вещества, которые также способствуют повышению сопротивляемости растительных организмов неблагоприятным условиям внешней среды [8-10].

Часто фактором, сдерживающим биологический потенциал высокопродуктивных сортов культурных растений, снижающим эффективность применения новых приемов и технологий, является дефицит доступных форм микроэлементов, несбалансированность их содержания в почве. Микроэлементы активизируют окислительно-восстановительные процессы, протекающие в растениях; их ионы способны связывать и удерживать воду в клетках, участвуют в образовании сахаров и крахмала, увеличивая активность окислительных ферментов, способствуют повышению содержания хлорофилла в листьях, повышают устойчивость к грибным и вирусным болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды [11-14].

Объекты и методы

Экспериментальные работы с целью изучения воздействия биологически активных соединений на онтогенез озимой пшеницы, картофеля и сои проводились на серой тяжелосуглинистой почве в условиях Рязанского района Рязанской области.

Серая лесная тяжелосуглинистая почва опытного участка по агрофизическим показателям пахотного горизонта отличается средним уровнем плодородия: количество водопрочных агрегатов – 22,9-23,8 %, максимальная гигроскопичность – 2,99-3,05 %, плотность почвы – 1,41-1,45 г/см^{3}. Содержание органического вещества – 2,78-2,86 %, обеспеченность фосфором (P_2O_5) и калием (K_2O) высокая, pH (кислотность) – 5,3-5,5.

Анализ погодных условий Рязанского района за последние 10 лет показывает, что температура воздуха и количество выпавших осадков по годам постоянно меняются без какой-либо закономерности. Температурные показатели в течение вегетации, как правило, выше среднемноголетних данных на 0,6-7,2 °С, исключение составили 2017 и 2020 гг., когда среднесуточная температура была ниже этих значений. Сумма осадков за период вегетации (апрель-август) существенно варьирует по годам от 127,9 мм в 2011 году до 396,2 в 2015 году (рис. 1).

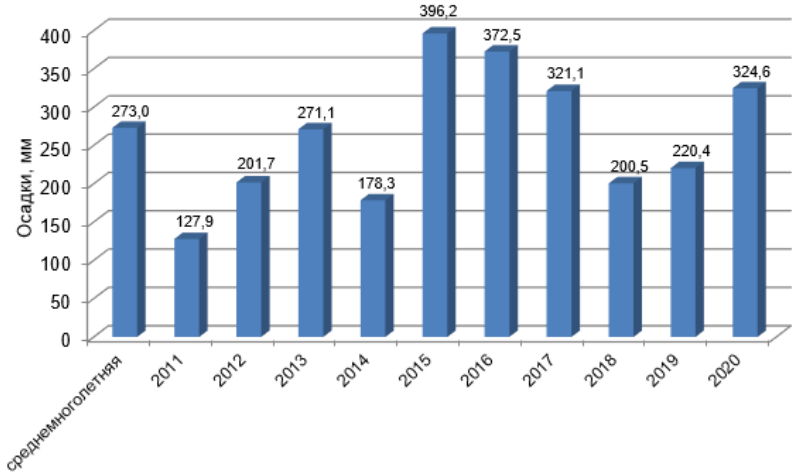


Рис. 1 – Сумма осадков за вегетацию, 2011-2020 гг.

Как показывают многолетние наблюдения, в Рязанской области, где влага является основным лимитирующим фактором при возделывании сельскохозяйственных культур, достаточное количество влаги не гарантирует получения высоких урожаев. Объясняется это неравномерностью выпадения осадков в течение вегетации.

Для получения высоких и стабильных урожаев необходимо обеспечить биологические потребности агрокультур на всех этапах роста и развития и способствовать их адаптации к неблагоприятным факторам внешней среды, регулируя физиологические процессы онтогенеза растений.

Объектами исследования в полевых опытах стали биологически активные соединения различного состава и спектра действия. При возделывании сои сорта Светлая применяли регулятор роста растений ОРГАНОСТИМ на основе природного антиоксиданта натурального происхождения и синтетического фитогормона (дигидрокверцетина, 15 г/л + триэтаноламмониевой соли ортокрезоксиуксусной кислоты, 30 г/л), который влияет на основные метаболические процессы растений, активизируя процессы роста и развития, и повышает устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям. Регулятор роста растений Зеребра Агро, механизм действия которого основан на возможности действующих веществ (коллоидного серебра, 500 мг/л + полимерного гуанидина, 100 мг/л) формировать у растения неспецифическую (к грибам, бактериям, вирусам), системную, продолжительную (в течение 1-2 месяцев) устойчивость и активировать ростовые и биологические процессы, использовали на посевах озимой пшеницы сорта Московская 39. Минеральное удобрение Грогрин микро марки: Дрип с содержанием микроэлементов в хелатной форме (бор (B) – 0,9 %, медь (Cu ЭДТА) – 0,25 %, железо (Fe ДТПА) – 6,25 %, марганец (Mn ЭДТА) – 3,0 %, молибден (Mo) – 0,25 %, цинк (Zn ЭДТА) – 1,75 %) вносили при производстве картофеля сорта Латона.

Полевые исследования были заложены мето-

дом организованных повторений в четырехкратной повторности по следующим схемам:

I) 1. Контроль; 2. ОРГАНОСТИМ, 450 мл + 300 мл/га; 3. ОРГАНОСТИМ, 450 мл + 500 мл/га; 4. ОРГАНОСТИМ, 450 мл + 600 мл/га (предпосевная обработка семян сои + 2 некорневые подкормки растений в фазу начала ветвления и фазу бутонизации).

II) 1. Контроль; 2. Флинт, 0,6 л/га; 3. Зеребра Агро, 100 мл/га; 4. Зеребра Агро, 100 мл/га + Флинт, 0,6 л/га; 5. Зеребра Агро, 100 мл/га + Флинт, 0,3 л/га (обработка посевов озимой пшеницы в фазу конца кущения - начала выхода в трубку).

III) 1. Контроль; 2. Грогрин микро марка: Дрип, 0,1 кг/га; 3. Грогрин микро марка: Дрип, 0,2 кг/га; 4. Грогрин микро марка: Дрип, 0,3 кг/га (2 некорневые подкормки картофеля в фазу полных всходов и фазу бутонизации).

Объем рабочего раствора при протравливании – 10 л/т, при обработке растений – 300 л/га. Размер опытных делянок на посевах сои – 50 м², на озимой пшенице и картофеле – 100 м², учетная площадь соответственно 25 м² и 50 м². Агротехника в опыте проводилась с учетом погодных условий и требований культуры.

Программа исследований в зависимости от культуры включала лабораторные исследования по определению всхожести семян (ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести); определение биометрических показателей агрокультуры; учет распространения и развития болезней; определение элементов структуры урожая; учет урожайности (сплошной метод); определение качества урожая (ГОСТ 32044.1-2012 (ISO 5983-1:2005) Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 1. Метод Къельдаля; ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка; ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества (с Поправкой); ГОСТ 26176-91 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов); статистическую обработку результатов исследований методом дисперсионного анализа.

Анализы образцов серой лесной тяжелосуглинистой почвы и агрокультур проводились ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская» и ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

Экспериментальная часть

Одним из факторов повышения продуктивности агроценоза является применение биологически активных препаратов, способных усиливать корнеобразование, ростовые процессы, повышать сопротивляемость растительных организмов болезням и негативным факторам окружающей среды [15, 16].

Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур – прием, направленный на повышение качества посевного материал с целью получения дружных и здоровых всходов в минимальные сроки. Обработка семян сои перед посевом регулятором роста растений ОРГАНОСТИМ способствовала повышению всхожести в среднем на 5,1 %, обеспечив более раннее появление всходов, интенсификацию корнеобразования (рис. 2) и образования азотофиксирующих клубеньков.

Рис. 2 – Фаза 1-2 тройчатых листьев сои

Обработки семян и растений сои в течение вегетации регулятором роста в фазу начала ветвления и фазу бутонизации привели к формированию большего числа азотофиксирующих клубеньков по сравнению с вариантом без обработки (рис. 3).

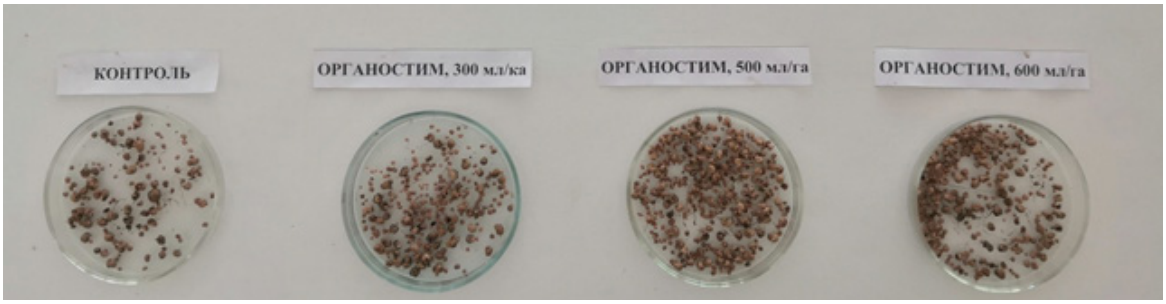


Рис. 3 – Количество азотофиксирующих клубеньков с пяти растений сои

Лабораторные исследования показали, что на контрольных растениях было сформировано 83,5 штук клубеньков массой 2,26 грамма. На растениях опытных вариантов данные показатели варьировали в зависимости от нормы расхода препарата соответственно от 269,4 штук до 378,3 штук и от 5,35 грамма до 7,84 грамма с максимальными показателями на ва-

рианте ОРГАНОСТИМ, 450 мл + 500 мл/га.

По накоплению биомассы растения, обработанные препаратом ОРГАНОСТИМ, также существенно превышали контрольный вариант, в том числе по такому важному показателю, как площадь листьев, которая является фактором фотосинтетической активности растений, а, следовательно, определяется размерами их ассимилирующей поверхности. Так, площадь листьев одного растения сои на контрольном варианте составила 561,48 см^{2,} а на вариантах с применением регулятора роста ОРГАНОСТИМ, соответственно нормам расхода, 681,68 см², 824,13 см² и 806,80 см².

Применение биорегулятора активизировало метаболические процессы в растениях, усилив развитие корневой системы и поглощение элементов питания и обеспечив получение более высокого урожая [17].

На контроле урожайность семян сои 21,1 ц/га, на опытных вариантах – 22,7-24,3 ц/га. Прибавка урожайности на вариантах с использованием регулятора роста растений ОРГАНОСТИМ с нормой расхода 500 мл/га и 600 мл/га составила 3,2 ц/га и 2,4 ц/га, соответственно, что выше значения $НСР_{05}$ (1,97 ц/га), следовательно, является существенной и показывает эффективность изучаемого приема.

Применение биологически активных препаратов позволяет не только увеличить продуктивность сельскохозяйственных культур, но и повысить устойчивость растений к возбудителям болезней [18, 19].

Анализ распространенности и интенсивности развития листовых инфекций озимой пшеницы в фазу цветения (табл. 1) показывает, что обработка посевов озимой пшеницы регулятором роста растений Зеребра Агро, фунгицидом Флинт и их комбинациями позволила предупредить поражение культуры бурой ржавчиной, мучнистой росой, септориозом.

Таблица 1 – Распространенность и интенсивность развития болезней озимой пшеницы (фаза цветения), %

Вариант	Мучнистая роса		Бурая ржавчина		Септориоз	
	распространенность	развитие	распространенность	развитие	распространенность	развитие
1. Контроль	22,3	10,7	12,1	5,8	8,4	4,2
2. Флинт, 0,6 л/га	13,5	6,4	8,4	3,9	5,9	2,9
3. Зеребра Агро 100 мл/га	15,4	7,3	9,8	4,6	7,0	3,6
4. Зеребра Агро 100 мл/га + Флинт, 0,6 л/га	12,1	5,8	8,0	3,1	5,5	2,8
5. Зеребра Агро 100 мл/га + Флинт, 0,3 л/га	12,3	5,9	7,9	3,3	5,8	2,7

В исследованиях по всем опытным вариантам на фоне контроля выявлено снижение распространенности мучнистой росы на 6,9-10,2 %,бурой ржавчины на 2,3-4,2 %, септориоза на 1,4-2,9 %. По данным таблицы 1 аналогичная тенденция прослеживается на посевах озимой пшеницы и по развитию болезней.

Эффективность применения препаратов по сравнению с контролем отмечена на всех вариантах опыта, в большей степени в фазу колошения культуры. Так, общее количество растений на 1 м^2 на варианте с использованием регулятора роста Зеребра Агро, 100 мл/га + фунгицида Флинт, 0,3 л/га было максимальным, составило 427,5 штук, превысив контрольный показатель на 23,0 %. Данный показатель на варианте с большей дозой фунгицида был выше контроля на 18,7 %, а при раздельном внесении регулятора роста Зеребра Агро 100 мл/га и фунгицида Флинт 0,6 л/га – на 17,7 % и 9,8 % соответственно. Продуктивная кустистость озимой пшеницы в опыте варьировала от 1,83 до 2,17 с преимуществом вариантов с использованием комбинированного применения регулятора роста и фунгицида. Длина колоса растений на контрольном варианте составила 7,5 см, а на вариантах с использованием стимулирующего препарата от 8,2 см до 8,8 см, что способствовало образованию большего количества колосков и зерен в колосе на данных вариантах по сравнению с контролем соответственно на 8,3-14,3 % и 10,4-15,8 %.

Урожайность зерновых культур в значительной степени зависит от длины колоса и его озерненности. Эту закономерность подтверждает анализ данных урожайности озимой пшеницы в опыте. Значение этого показателя было наибольшим на вариантах с применением регулятора роста растений Зеребра Агро, достоверная прибавка урожайности составила от 3,7 ц/га до 5,5 ц/га при $НСР_{05}$ = 2,9 ц/га (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность и показатели качества зерна озимой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га	Натура зерна, г/л	Клейковина		
			массовая доля, %	качество, ед. ИДК	группа
1. Контроль	49,3	750	ед. ИДК	группа	II Удовлетворительно слабая
2. Флинт, 0,6 л/га	52,2	755	35,10	92,4	II Удовлетворительно слабая

Продолжение таблицы 2

3. Зеребра Агро 100 л/га	53,0	763	35,68	84,3	II Удовлетворительно слабая
4. Зеребра Агро 100 л/га + Флинт, 0,6 л/га	53,9	772	36,00	88,6	II Удовлетворительно слабая
5. Зеребра Агро 100 л/га + Флинт, 0,3 л/га	54,8	766	36,14	86,5	II Удовлетворительно слабая

Данные таблицы 2 показывают, что наибольшая массовая доля клейковины в зерне пшеницы получена на вариантах с совместным использованием регулятора роста и фунгицида; варианты с раздельным применением данных препаратов несколько уступали по данному показателю, но превышали контроль на 1,04-1,62 %.

Онтогенез полевых культур зависит от обеспеченности растений микроэлементами, которые определяют скорость протекания физиологических процессов, отвечающих за качество развития генеративных органов и, как следствие, урожайность культур [20]. Главный источник микроэлементов для растений – почва. Однако важно не только их наличие в почве, но и их биологическая доступность. Более доступны растениям микроэлементы в хелатной форме, поэтому к перспективным биологически активным соединениям относят комплексонаты металлов, которые часто называют хелатами. Одним из таких удобрений является минеральное удобрение Грогрин микро марка: Дрип с микроэлементами.

Урожайность картофеля во многом определяется условиями минерального питания растений в период вегетации. Наибольшая масса клубней с одного куста зафиксирована на варианте Грогрин микро марка: Дрип, 0,3 кг/га – 750,0 граммов, что на 71,0 грамм или 10,5 % больше, чем на контрольном варианте. Данный показатель на вариантах с нормой расхода препарата 0,1 кг/га и 0,2 кг/га составил соответственно 724,1 грамма и 716,0 граммов.

Учет урожайности в опыте показывает, что использование при производстве картофеля минерального удобрения Грогрин микро марки: Дрип способствовало увеличению урожайности агрокультуры по сравнению с контролем на 1,74-3,34 т/га в зависимости от нормы расхода препарата (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность картофеля

Вариант	Урожайность, т/га	Товарность, %	Содержание крахмала, %
1. Контроль	31,91	97,2	15,28
2. Грогрин микро марка: Дрип, 0,1 кг/га	34,03	97,0	12,01
3. Грогрин микро марка: Дрип, 0,2 кг/га	33,65	97,3	13,63
4. Грогрин микро марка: Дрип, 0,3 кг/га	35,25	98,1	15,42
$НСР_{05}$	2,91	1,09	1,43

Существенная прибавка была получена только на варианте с нормой расхода удобрения 0,3 кг/га, так как $НСР_{05}$ при анализе урожайных данных составила 2,91 т/га.

Некорневые подкормки минеральным удобрением Грогрин микро марки: Дрип с микроэлементами способствовали формированию более крупных клубней картофеля (рис. 4).

Рис. 4 – Структура урожай картофеля

Продолжение рисунка 4 – Структура урожай картофеля

Товарность клубней на вариантах опыта с обработкой картофеля препаратом Грогрин микро марка: Дрип с нормами расхода 0,1 кг/га и 0,2 кг/га находилась на уровне контрольного показателя. На варианте дозой удобрения 0,3 кг/га товарность клубней была на 0,9 % выше, чем на контроле.

По содержанию крахмала, основному качественному показателю картофеля, можно выделить контрольный вариант и вариант с максимальной нормой расхода удобрения. На данных вариантах содержание крахмала составило соответственно 15,28 % и 15,42 %.

Заключение

Результаты полевых и лабораторных исследований указывают на то, что научно-обоснованное применение биологически активных веществ оказывает стимулирующее воздействие на культурные растения, активизируя физиологические процессы на всех этапах их жизненного цикла, от прорастания семян до уборки, существенно повышая урожайность агрокультур. Оптимизация питания растений повышает их устойчивость к возбудителям болезней сельскохозяйственных культур, нивелирует воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, благоприятно отражается на показателях качества растениеводческой продукции. Однако необходимо помнить, что эффективность производства продукции растениеводства, в первую очередь, зависит от культуры земледелия и внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, частью которых и являются удобрения и регуляторы роста.

Список литературы

1. Правильное питание – фундамент здоровья и долголетия / А.В. Погожева, А.К. Батурин // Инновационные технологии. – 2017. №10. – С. 58-61. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30318142

2. Вавилова, Н.В. Возделывание сои – решение проблемы дефицита продовольственного белка / Н.В. Вавилова // Материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения С.А. Наумова. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 191-196. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18993822

3. Приёмы сохранения качества зерна пшеницы в годы массового развития листостеблевых инфекций / А.Ю. Кекало, Н.Ю. Заргарян, В.В. Немченко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - №2(46). - С. 97-101. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39130382

4. Ruchkina A., Ushakov R., Golovina N., Aseev V., F.Bobrakov Prospects for the development and use of a clay-nitrogen mixture as a fertilizer//E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad».–2020.– Vol. 222.–02043 DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202043

5. Vinogradov D. V., Makarova M. P., Kryuchkov M. M 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.–2020.– Vol.624.– 012077. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012204

6. Биологическая эффективность минерального удобрения энтек солуб 21 на горохе в условиях Рязанской области / Д.А. Андреева, Л.В. Потапова // Материалы по итогам работы круглого стола, материалы научной студенческой конференции «Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». − Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. – С.289-294. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35144035

7. Аминокислотные биостимуляторы в процессе роста, развития и продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Смоленской области / А.Д. Прудников, П.А. Курятов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2019. - № 2. - С. 41-47. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38230387

8. Ступин, А.С. Регуляторы роста растений: стимуляторы и ингибиторы / А.С. Ступин // Материалы Юбилейной национальной научно-практической конференции «Потенциал науки и современного образования в решении приоритетных задач АПК и лесного хозяйства». − Рязань: ФГБОУ

ВО РГАТУ, 2019. – С.289-294. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41180364

9. Эффективность использования микроудобрений и гуминовых препаратов при обработке посевов гороха посевного /С.В. Митрофанов, Н.Н. Новиков, В.С. Никитин [и др] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2019. - № 3. - С. 37-43. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35721841

10. Изменение содержания NPK в картофеле под влиянием гуматов и минеральных удобрений / А.Н. Гордиенко, Г.Н. Фадькин // Материалы Юбилейной национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем». - 2020. - № 3. - С. 33-36. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44174025

11. Микроэлементы как фактор стабильности продукционного процесса клевера красного (лугового) /В.И. Левин, Л.А. Антипкина, Я.В. Костин, Е.И. Морозова // Материалы Национальной научно-практической конференции «Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты». – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 115-118 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44168544

12. Nazarova,A. A. Morpho-physiological and productive indicators of oat under the influence of nanopowders of cobalt and copper trace elements// E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad».–2020.– Vol. 222.–02016. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202016

13. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса // М. М. Наумов, Т. В. Зимина, Е. И. Хрюкина [и др] // Агрохимия. 2019. - №5 – с. 21-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?doi=10.1134/S0002188119050077

14. Эффективность воздействия регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля / С.В. Сократов, Л.А. Антипкина // Материалы научно- практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем». – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 115-118. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44182593

15. Действие регулятора роста "Эдал КС" на посевные качества семян и рост проростков дайкона / С.В. Соленов, Л.А. Антипкина, О.А. Антошина // Материалы научно- практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем». – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 118-121 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44182544

16. Polischuk, S., Fadkin, G., Churilov, D., Churilova, V., Churilov, G. The stimulating effect of nanoparticle suspensions on seeds and seedlings of Scotch pine (Pinus sylvéstris) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2019.–№226(1).–012020. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012020

17. Ресурсосберегающие и экологические аспекты использования регулятора роста ОРГАНОСТИМ на сое // О.В. Лукьянова, Л.В. Потапова // Материалы Национальной научно-практической конференции «Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты». – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 115-118 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44170336

18. Зеребра агро - регулятор роста нового поколения / О.А Шаповал, И.П. Можарова, Ю.А. Крутяков // Защита и карантин растений. – 2017. - №6 – С. 35-38. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29239997

19. Krutyakov Yurii A., Kudrinsky Alexey A., Gusev Alexander A., Zakharova Olga V., Klimov Alexey I., Yapryntsev Alexey D., Zherebin Pavel M., Shapoval Olga A., Lisichkin Georgii V. Synthesis of positively charged hybrid PHMB-stabilized silver nanoparticles: the search for a new type of active substances used in plant protection products // Materials Research Express. – 2017. – Vol.4 (7). – P.1–16. DOI: https://doi.org/10.1088/2053-1591/aa7a2e

20. Polishchuk, S.D., Nazarova, A.A., Kutskir, M.V., Churilov, D.G., Ivanycheva, Y.N., Kiryshin, V.A. , Churilov, G.I. Ecologic-biological effects of cobalt, cuprum, copper oxide nano-powders and humic acids on wheat seeds //Modern Applied Science. –2015. –Vol.9, Is. 6.–P. 354-364 DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/392/1/012008

THE ROLE OF BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS IN INCREASING PRODUCTIVITY OF AGROCULTURES

Lukyanova Olga V., *candidate of agricultural sciences, associate professor, ovluk74@mail.ru*
Vavilova Natalya V., *candidate of agricultural sciences, associate professor, nvavilova23@mail.ru*
Vinogradov Dmitriy V., *doctor of biological sciences, professor, vdvrzn@mail.ru*
Stupin Aleksandr S., *candidate of agricultural sciences, associate professor, stupin32@yandex.ru*
Sokolov Andrey A., *candidate of agricultural sciences, senior lecturer, falcon-agro@mail.ru*
FSBEI HE «Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev»

Problem and purpose. *Realization of the biological potential of agricultural crops in the production of crop products in conditions of unsustainable agriculture. The purpose of research is to study the influence of complex preparations containing the most important macro-and microelements, biologically active substances*

on the yield and quality of agricultural crops.

Methodology. *The objects of study in field experiments were plant growth regulators ORGANOSTIM, Zerebro Agro and mineral fertilizer Grogrin mikro marka: Drip. Field experiments laid down method organized repetitions in 4-fold repetition. The size of the experimental business experiments was 50-100 m², the accounting area was 25-50 m². During the studies, samples of gray forest heavy-grained soil and plant samples of soybeans, winter wheat, potatoes were taken, the analysis of which was carried out by the Federal State Budgetary Institution "Station of the Agricultural Chemical Service" Ryazan "and FSBEI HE " Ryazan State Agrotechnological University". To assess the materiality of the results obtained in the experience, mathematical processing of crop and related data was carried out.*

Results. *The results of field studies show that the use of biologically active compounds at different stages of ontogenesis contributed to the strengthening of the processes of growth and development of cultivated plants and increased resistance to negative environmental effects. As a result, agricultures, depending on the experience variant, formed a more developed root system, vegetative and generative organs, which ensured a significant increase in soybean yield by 2.4-3.2 c/ha (NSR_{05} = 1.97 c/ha), 3.7-5.5 c/ha (NSR_{05} = 2.9 c/ha) on winter wheat, 3.34 t/ha (NSR_{05} = 2.91 t) on potatoes, with maintaining the quality of the harvest.*

Conclusion*. Science-based use of biologically active substances has stimulating effects on cultivated plants. Activating physiological processes at all stages of their life cycle, from seed germination to harvesting, significantly increase the yield of agricultural crops. Optimization of plant nutrition increases their resistance to pathogens of crop diseases, eliminates the impact of adverse environmental factors, and favorably affects the quality indicators of crop production.*

Key words: *regulatory growth plant, mineral fertilization, trace elements, soybeans, potatoes, winter wheat, germination, biometric indicators, yield, indicators of quality*

Literatura

1. Pravil'noe pitanie – fundament zdorov'ya i dolgoletiya / A.V. Pogozheva, A.K. Baturin // Innovacionnye tekhnologii. – 2017. №10. – S. 58-61. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30318142

2. Vavilova, N.V. Vozdelyvanie soi – reshenie problemy deficita prodovol'stvennogo belka / N.V. Vavilova // Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya S.A. Naumova. – Ryazan': RGATU, 2012. – S. 191-196. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18993822

3. Priyomy sohraneniya kachestva zerna pshenicy v gody massovogo razvitiya listosteblevyh infekcij / A.YU. Kekalo, N.YU. Zargaryan, V.V. Nemchenko // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2019. - №2(46). - S. 97-101. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39130382

4. Ruchkina A., Ushakov R., Golovina N., Aseev V., F.Bobrakov Prospects for the development and use of a clay-nitrogen mixture as a fertilizer//E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad».–2020.– Vol. 222.–02043 DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202043

5. Vinogradov D. V., Makarova M. P., Kryuchkov M. M 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.–2020.– Vol.624.– 012077. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012204

6. Biologicheskaya effektivnost' mineral'nogo udobreniya entek solub 21 na gorohe v usloviyah Ryazanskoj oblasti / D.A. Andreeva, L.V. Potapova // Materialy po itogam raboty kruglogo stola, materialy nauchnoj studencheskoj konferencii «Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem. Aktual'nye voprosy proizvodstva, hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii». − Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2019. – S.289-294. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35144035

7. Aminokislotnye biostimulyatory v processe rosta, razvitiya i produktivnosti rannespelyh gibridov kukuruzy v usloviyah Smolenskoj oblasti / A.D. Prudnikov, P.A. Kuryatov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. - 2019. - № 2. - S. 41-47. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38230387

8. Stupin, A.S. Regulyatory rosta rastenij: stimulyatory i ingibitory / A.S. Stupin // Materialy YUbilejnoj nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Potencial nauki i sovremennogo obrazovaniya v reshenii prioritetnyh zadach APK i lesnogo hozyajstva». − Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2019. – S.289-294. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41180364

9. Effektivnost' ispol'zovaniya mikroudobrenij i guminovyh preparatov pri obrabotke posevov goroha posevnogo /S.V. Mitrofanov, N.N. Novikov, V.S. Nikitin [i dr] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. - 2019. - № 3. - S. 37-43. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35721841

10. Izmenenie soderzhaniya NPK v kartofele pod vliyaniem gumatov i mineral'nyh udobrenij / A.N. Gordienko, G.N. Fad'kin // Materialy YUbilejnoj nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenyh «Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem». - 2020. - № 3. - S. 33-36. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44174025

11. Mikroelementy kak faktor stabil'nosti produkcionnogo processa klevera krasnogo (lugovogo) /V.I.

Levin, L.A. Antipkina, YA.V. Kostin, E.I. Morozova // Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Ekologiya i prirodopol'zovanie: tendencii, modeli, prognozy, prikladnye aspekty». – Ryazan' : FGBOU VO RGATU, 2020. – S. 115-118 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44168544

12. Nazarova,A. A. Morpho-physiological and productive indicators of oat under the influence of nanopowders of cobalt and copper trace elements//E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad».–2020.– Vol. 222.–02016. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202016

13. Rol' polifunkcional'nyh regulyatorov rosta rastenij v preodolenii gerbicidnogo stressa // M. M. Naumov, T. V. Zimina, E. I. Hryukina [i dr] // Agrohimiya. 2019. - №5 – s. 21-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?doi=10.1134/S0002188119050077

14. Effektivnost' vozdejstviya regulyatorov rosta na urozhajnost' i kachestvo klubnej kartofelya / S.V. Sokratov, L.A. Antipkina // Materialy nauchno- prakticheskoj konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenyh «Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem». – Ryazan' : FGBOU VO RGATU, 2020. – S. 115-118. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44182593

15. Dejstvie regulyatora rosta "Edal KS" na posevnye kachestva semyan i rost prorostkov dajkona / S.V. Solenov, L.A. Antipkina, O.A. Antoshina // Materialy nauchno- prakticheskoj konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenyh «Integraciya nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh ekologicheskih i prirodoohrannyh problem». – Ryazan' : FGBOU VO RGATU, 2020. – S. 118-121 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44182544

16. Polischuk, S., Fadkin, G., Churilov, D., Churilova, V., Churilov, G. The stimulating effect of nanoparticle suspensions on seeds and seedlings of Scotch pine (Pinus sylvéstris) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2019.–№226(1).–012020. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012020

17. Resursosberegayushchie i ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya regulyatora rosta ORGANOSTIM na soe // O.V. Luk'yanova, L.V. Potapova // Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Ekologiya i prirodopol'zovanie: tendencii, modeli, prognozy, prikladnye aspekty». – Ryazan' : FGBOU VO RGATU, 2020. – S. 115-118 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44170336

18. Zerebra agro - regulyator rosta novogo pokoleniya / O.A SHapoval, I.P. Mozharova, YU.A. Krutyakov // Zashchita i karantin rastenij. – 2017. - №6 – S. 35-38. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29239997

19. Krutyakov Yurii A., Kudrinsky Alexey A., Gusev Alexander A., Zakharova Olga V., Klimov Alexey I., Yapryntsev Alexey D., Zherebin Pavel M., Shapoval Olga A., Lisichkin Georgii V. Synthesis of positively charged hybrid PHMB-stabilized silver nanoparticles: the search for a new type of active substances used in plant protection products // Materials Research Express. – 2017. – Vol.4 (7). – P.1–16. DOI: https://doi.org/10.1088/2053-1591/aa7a2e

20. Polishchuk, S.D., Nazarova, A.A., Kutskir, M.V., Churilov, D.G., Ivanycheva, Y.N., Kiryshin, V.A. , Churilov, G.I. Ecologic-biological effects of cobalt, cuprum, copper oxide nano-powders and humic acids on wheat seeds //Modern Applied Science. –2015. –Vol.9, Is. 6.–P. 354-364 DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/392/1/012008

УДК 619:615.9

DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.006

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ АПК

НИКУЛОВА Лидия Вячеславовна, *канд. биол. наук, доцент кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВНБ, lida202008@yandex.ru*

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

БРИТАН Мария Николаевна, *канд. вет. наук, ст. преподаватель кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВНБ, mcherepchenko@bk.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Цель исследования заключалась в проведении сравнительной токсикологической оценки продукции агропромышленного комплекса по содержанию нитратов.*

Методология. *В статье рассматривается методика определения содержания нитратов с помощью портативного нитрат-тестера с целью мониторинга и установления токсикологической безопасности растительной пищевой продукции для населения. Объектом исследований явилась*

© Никулова Л. В., Сайтханов Э. О., Британ М. Н., 2021 г.

растительная продукция АПК. Исследования были проведены в условиях кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, акушерства, хирургии и внутренних болезней животных федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» в 2015-2020 г. в лаборатории ветеринарной фармакологии и токсикологии.

Результаты. *В работе представлена сравнительная количественная оценка показателей содержания нитратов в растительной продукции овощей и фруктов в различных районах региона. Установлено незначительное превышение нормы – 135 мг/кг против 80 мг/кг ПДК по содержанию нитратов в луке; в картофеле уровень нитратов установлен по верхней границе нормы – 250 мг/кг.; в лимоне было установлено превышение уровня нитратов в 2 раза по сравнению с нормой ПДК. Повышенное их содержание, встречающееся в растительной продукции, создает опасность отравления животных и человека.*

Заключение. *Таким образом, проведение токсикологической оценки способствует своевременному контролю уровня содержания нитратов в растениеводческой продукции, что позволяет своевременно принимать меры к недопущению продукции с высоким содержанием азотистых соединений в реализацию населению. Снизить уровень накопления нитратов, как природного соединения, возможно и необходимо. Таким образом, получение «экологически чистой» продукции возможно при соблюдении требований ветеринарно-санитарного контроля, что, в свою очередь, позволит снизить риск загрязнение окружающей среды.*

Ключевые слова: *нитраты, токсикология, отравления, растительная продукция АПК, мониторинг.*

Введение

В настоящее время производству «экологически чистой» продукции АПК уделяется значительное внимание. Одной из главных задач АПК является увеличение качества сырья и готовой продукции [1, 4, 8, 11]. Достижения в области ветеринарно-санитарной оценки позволяют внедрить в практику токсикологических исследований ряд методик контроля качества и безопасности пищевых продуктов [2, 5, 7]. Воздействие на окружающую среду – это любое изменение в окружающей среде, которое полностью и частично может быть результатом интенсивной хозяйственной или иной деятельности человека. Негативное воздействие на окружающую среду оказывает антропогенное влияние. В условиях масштабного загрязнения среды обитания животных нужны объективные критерии ее безвредности и безопасности [3, 6, 10]. Одним из главных факторов, способных значительно снизить качество сельскохозяйственной продукции, является превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) нитратов. Таким образом, важное значение приобретает ветеринарно-санитарная и токсикологическая оценка продуктов питания, а также периодический мониторинг ситуации по содержанию нитратов в продукции агропромышленного комплекса [2, 9, 13]. Повышенное их содержание, обнаруженное в травах, злаковых, овощах и фруктах, создает опасность отравления животных и человека [5, 14]. Избыточное содержание нитратов негативно влияет на природные экосистемы и живые организмы, происходит снижение биологической ценности продукции и возрастает негативное воздействие на человека и животных. Образование и накопление нитратов в почве и воде становится экологическим фактором, определяющим не только режим питания растений, обмен веществ и продуктивность, но и качество урожая, воды и воздуха. Содержание нитратов в избыточных количествах ухудшает биологическое качество растительной продукции, создает потенциальную опасность для здоровья человека и животных [18, 19]. Предельно допустимая концентрация нитратов, поступающих с растительной продукцией в организм человека, составляет примерно 5 мг/кг массы тела. В Российской Федерации установленная допустимая среднесуточная доза составляет порядка 312мг, что является важным показателем в токсикологической оценке продукции [2, 3].

Материалы и методы исследований

Сравнительный анализ проводили в лаборатории по токсикологии на базе кафедры ВСЭ ФГБОУ ВО РГАТУ в 2015-2020г. Для исследования были отобраны средние образцы (n=30) растительной продукции, от каждой партии 2-3 кг, выращенной в частных подсобных хозяйствах Рязанской области и г. Рязань в период 2015-2020г. Для отдельного исследования были отобраны средние образцы яблок разных производителей, от каждой партии 2-3 кг, приобретенные в г. Рязани 2020г, а также средние образцы экзотических фруктов, от каждой партии 1 кг. Содержание нитратов в продукции определяли прибором нитрат-тестер «Соэкс». Принцип метода основан на определении нитрат-ионов, концентрация которых в плодах и овощах определена независимым методом анализа (потенциометрическое определение нитрат-ионов по ГОСТ 29270-95 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов»). По полученным результатам в прибор заложен ряд зависимостей измеряемой электропроводности от концентрации нитрат-ионов, определенных для разных плодов и овощей с учетом их базовых электропроводностей. Результат экспресс-анализа выдается прибором в виде концентрации нитрат-ионов и сравнения ее с предельно допустимой концентрацией для измеряемого продукта. Прибор измеряет содержание нитратов на килограмм массы продукта.

Результаты исследований

В настоящее время в регионе выращивается

и ввозится из других регионов и стран большое количество разнообразной растительной продукции. Задача ветеринарно-санитарной экспертизы по охране здоровья населения включает в себя в первую очередь контроль за уровнем нитратов в продукции АПК (табл. 1).

Таблица 1 – Нитратов в продукции АПК, 2015-2020г. (мг/кг)

Продукция АПК (n=30)	Предельно допустимая концентрация (ПДК)	Результат исследования, мг/кг		
		2015г.	2019г.	2020г.
Картофель	250	250,2 ± 2,15	238,1±1,96	210,2±1,23
Капуста	500	78,4±1,18	94,2±1,26	200,4±1,34
Лук репчатый	80	135,1*±1,56	277,4±2,38	159,6±1,56
Свекла	1400	433,4±3,42	556,4±2,16	778,2±2,25
Морковь	250	66,4±0,78	120,4±1,17	89,1±0,99
Зелень	2000	19,5±0,25	23,4±1,23	44,4±0,22
Баклажан	300	37,6±0,34	43,5±0,76	34,5±0,25
Помидор	250	170,4±1,56	90,2±0,66	110,5±0,66
Огурец	300	138,2±1,24	97,4±1,23	103,3±0,33
Яблоки	60	20,4±0,18	23,3±0,34	34,4±0,55
Груши	60	72,2*±0,78	55,5±0,24	68,8±0,22
Лимон	60	172,3*±1,12	53,5±0,38	60,0±0,77
Киви	60	29,5±0,24	35,7±0,24	67,5±0,54
Мандарины	60	50,4±0,56	53,4±0,55	49,9±0,23
Банан	60	37,3±0,25	47,3±0,11	59,6±0,25

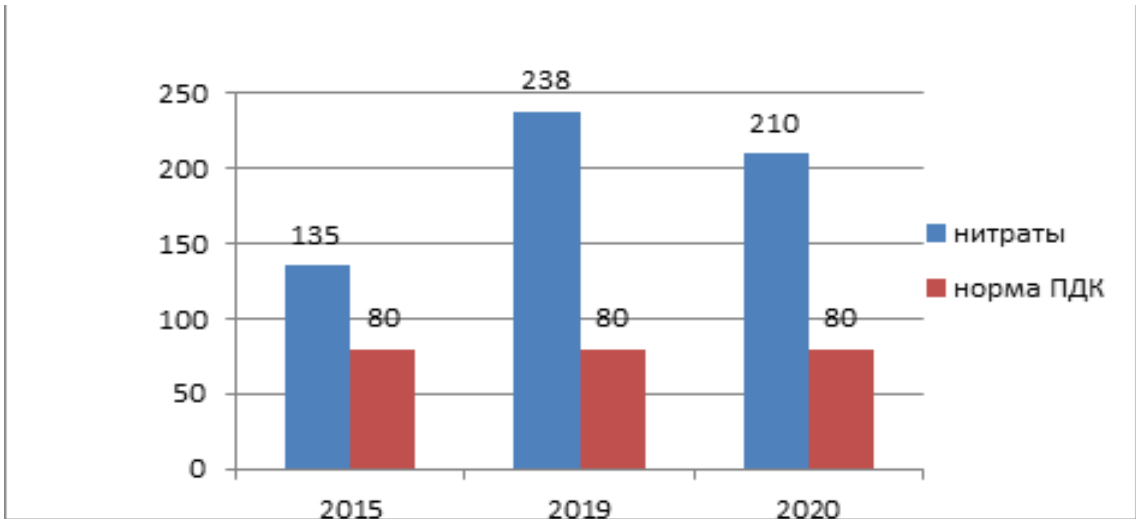


Рис. 1 – Сравнительный анализ нитратов в луке репчатом, 2015-2020г, мг/кг

Данный результат, по нашему мнению, связан с особенностями химического состава почвы, повышенным содержанием азотистых соединений в почве региона и значительной способностью данной культуры к накоплению азотистых соединений.

Сравнительный анализ содержания нитратов в образцах картофеля за период 2015-2020 г.г. в различных районах Рязанской области показал, что содержания нитратов не превышает установленные нормы ПДК для данного продукта (рисунок 2). Этот показатель имеет важное значение, так как картофель длительное время занимает одну из лидирующих позиций по потреблению населением из-за его вкусовых и питательных качеств.

Сравнительный анализ содержания нитратов в растительной продукции АПК региона представлен на рисунке 3.

Рис. 2 – Содержание нитратов в картофеле, 2015-2020г.г.

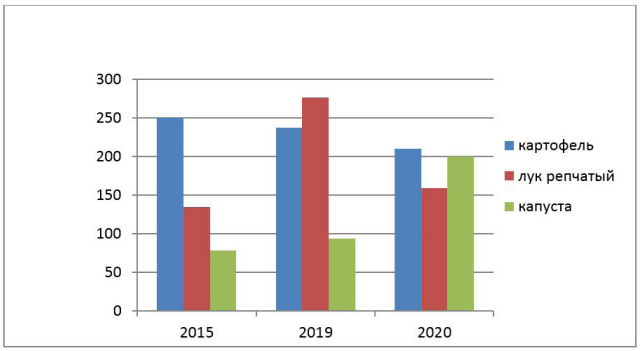


Рис. 3 – Сравнительный анализ содержания нитратов в продукции АПК

Одним из наиболее востребованных сезонных фруктов у населения являются яблоки. Они обладают прекрасными вкусовыми качествами, питательной ценностью, низкой калорийностью, что позволяет рекомендовать их в детском и диетическом питании (табл. 2). Значительное влияние на накопление нитратов оказывают сортовые особенности растительных культур. В связи с этим значительно снизить содержание нитратов в овощных и других сельскохозяйственных культурах можно подбором сортов, накапливающих меньше нитратов [1, 6].

Таблица 2 –Содержание нитратов в яблоках, мг/кг

Вид продукции АПК (n=30)	ПДК, мг/кг	Результат исследования, мг/кг	
Образец №1	60	51,3±0,56	яблоко (красное)
Образец №2		53,3±0,23	яблоко (зеленое)
Образец №3		35,5±0,25	яблоко (желтое)

По данным таблицы 2 все образцы яблок могут быть допущены в реализацию, так как содержание нитратов не превышает нормы ПДК. Особый интерес представляют привозные «экзотические» фрукты, такие как лимон, киви, бананы, мандарины и другие. В процессе исследований нами было установлено превышение ПДК нитратов в лимоне более чем в 2 раза: 172 мг/кг против 60 мг/кг нормы.

Заключение

Токсико-экологический мониторинг имеет важное значение в снабжении населения доброкачественными продуктами, осуществлении контроля за качеством продукции агропромышленного комплекса, а также правильной организации токсико-экологической экспертизы растительной продукции.

В результате исследований установлено превышение нормы – 135 мг/кг против 80 мг/кг ПДК по содержанию нитратов в луке; в картофеле уровень нитратов установлен по верхней границе нормы – 250 мг/кг; в лимоне было установлено превышение уровня нитратов в 2 раза по сравнению с нормой ПДК.

Таким образом, проведение токсикологической оценки позволяет контролировать уровень содержания нитратов в растительной продукции АПК, что, в свою очередь, позволит своевременно принять меры к недопущению продукции с высоким содержанием азотистых соединений в реализацию населению. Снизить уровень накопления нитратов, как природного соединения, возможно и необходимо. С этой целью мы рекомендуем под все сельскохозяйственные культуры строго соблюдать предельно допустимые дозы различных удобрений, гарантирующие получение «экологически чистой» продукции и исключающие загрязнение окружающей среды.

Список литературы

1. Ветеринарная токсикология / И. Г. Арестов // Москва, 2000. – С. 401-405.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21534708

2. Ветеринарная токсикология с основами экологии / В.С. Аргунов // Москва, 2005. – С. 400-415. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19510046

3. Методические рекомендации по токсико-экологической оценке объектов животноводства / М.Н. Аргунов // Воронеж, 1999. – С. 5-15. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25704652

4. Токсикологическая оценка содержания нитратов в растительной продукции / Л.В. Никулова// Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: сборник 71-ой Международной научно-практической конференции. Рязань, 2020. – С. 17-20. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43822665

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

6.Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашникова, И.В. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова // Москва,

2003. – 540 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18902061

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

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

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

10. Пути совершенствования производства молока на примере ооо "рассвет" Захаровского района Рязанской области / В.В. Кулаков, Е.Н. Правдина, Н.О. Панина // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: сборник трудов научной конференции. - Рязань, 2019. – С.151-159. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37257456

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

12. Сравнительная оценка первотелок разной селекции по воспроизводительным качествам / Д.В. Дубов, О.В. Рункина, Д.В. Новиков // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: материалы 70-й Международной научно-практической конференции. Рязань, 2019. - С. 50-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41330059

13. Thuy N.T. Polymorphism of pit-1 and prolactin genes and their effects on milk yield in holsteinfrisian dairy cows bred in Vietnam // Russian journal of genetics. – 2018. - Т.54. - № 3. – p. 346-352. URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35946504

14. Ветеринано-санитарная экспертиза молока коров старожиловского района Рязансклй области / К.А. Герцева, Е.В. Киселева, Р.С.Сапрыкина // Инновационная деятельность в модернизации АПК: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 3 частях. Рязань, 2017. – С. 172-175. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38128330

15. Животные в жизни человека / Е.В. Киселева, Л.Д. Михайлова, К.Р. Нурмухамбетова // Молодые исследователи – новые решения для АПК: материалы Межрегиональной студенческой научно-практической конференции. Рязань, 2018. – С. 94-99. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38128337

16. Фармакология / В.Д. Соколов [и др.]. СПб.: Лань, 2013. — 560 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=570

17. Carreto-Vazquez V.H., Hernandez I.,NG D., Rogers W.J., Mannan M.S. Inclusionof pressure hazards into NFPA704 instability rating system // Journal of loss prevention in the process industries. – 2010. - vol.23 - №1- p.30-38. URL: http:// elibrary.ru›contents.asp?id=33641660

18. Состояние здоровья крупного рогатого скота в условиях Рязанской области / К.А. Герцева, И.А. Сорокина, Е.В. Киселева // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2012.- № 2 (14). - С. 8-9. URL: http:// www.cnshb.ru/jour/j_as.asp?id=113628

19. Ветеринарно-санитарная токсикологическая оценка содержания нитратов в мясе / Е.Р. Гноевая, Л.В. Никулова // Научно- практические достижения молодых ученых, как основа развития АПК: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции 29 октября 2020. Рязань, 2020. – С.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT OF NITRATES IN THE PLANT PRODUCTS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REGION 2015-2020

Nikulova Lydia V., *PhD. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of VSE, Surgery, Obstetrics and VNB, lida202008@yandex.ru*

Saitkhanov Elman O., *Cand. Biol. Sci., Head of the Department of VSE, Surgery, Obstetrics and VNB, elmanrzn@gmail.com*

Britan Maria N., *Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer of the Department of VSE, Surgery, Obstetrics and VNB, mcherepchenko@bk.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Problem and goal. *The purpose of the study was to conduct a comparative veterinary and sanitary toxicological assessment of the products of the agro-industrial complex in terms of the content of nitrates.*

Methodology. *The article deals with the method of determining the content of nitrates using a portable nitrate tester in order to monitor and establish the veterinary, sanitary and toxicological safety of plant food products for the population. The object of research was the plant products of the agro-industrial complex. The research was conducted in the conditions of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Obstetrics, Surgery and Internal Diseases of Animals of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev" in 2015-2020 in the laboratory of*

"Veterinary Pharmacology and Toxicology".
Results. *The work presents a comparative quantitative assessment of the indicators of the content of nitrates in vegetable products of vegetables and fruits in different regions of the region. Installed slight excess of 135 mg/kg to 80 mg/kg concentrations of nitrate in Luque; in the potato, the nitrate level is set at the upper normal limit of 250 mg/kg; in the lemon were found above the level of nitrates in 2 times in comparison with the norm MAC. The increased content of these substances, which is found in plant products, creates a risk of poisoning animals and humans.*
Conclusion. *Thus, the veterinary and sanitary toxicological assessment contributes to the timely control of the level of nitrates in crop products, which in turn allows timely measures to prevent products with a high content of nitrogenous compounds from being sold to the population. It is possible and necessary to reduce the level of accumulation of nitrates as a natural compound. To this end, we recommend that when growing all crops, strictly observe the maximum permissible standards for the application of nitrogen fertilizers, which guarantee the production of" environmentally friendly " products and exclude environmental pollution.*
Key words: *nitrates, toxicology, poisoning, agricultural plant products, monitoring.*

Literatura

1. Veterinarnaya toksikologiya / I. G. Arestov // Moskva, 2000. – S. 401-405.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21534708
2. Veterinarnaya toksikologiya s osnovami ekologii / V.S. Argunov // Moskva, 2005. – S. 400-415. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19510046
3. Metodicheskie rekomendacii po toksiko-ekologicheskoj ocenke ob"ektov zhivotnovodstva / M.N. Argunov // Voronezh, 1999. – S. 5-15. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25704652
4. Toksikologicheskaya ocenka soderzhaniya nitratov v rastitel'noj produkcii / L.V. Nikulova// Sovremennye vyzovy dlya APK i innovacionnye puti ih resheniya: sbornik 71-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ryazan', 2020. – S. 17-20. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43822665
5. Obrazovanie LZHK v rubce korov v zavisimosti ot podgotovki zernovoj chasti raciona / D.V. Dubov, V.V. Kulakov // Aktual'nye problemy i prioritetnye napravleniya zhivotnovodstva: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu fakul'teta veterinarnoj mediciny i biotekhnologii. Ryazan', 2019. – S.15-URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39173389
6.Normy i raciony kormleniya sel'skohozyastvennyh zhivotnyh / A.P. Kalashnikova, I.V. Fisinina, V.V. SHCHeglova, N.I. Klejmenova // Moskva, 2003. – 540 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18902061
7. Izuchenie chastoty registracii i haraktera patologii kopytec v zhivotnovodcheskom hozyajstve s besprivyaznym soderzhaniem / E.O. Sajthanov, D.S. Besedin, A.V. Rudnaya // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2018. - № 3. – S.62-67. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35721858
8.Britan M.N., Gerceva K.A.,. Kiseleva E.V., Kulakov V.V., Saytkhanov E.O., Soshkin R.S. Nosological profile of animal farms of Ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis // International Journal of Pharmaceutical Research. - 2019. - T. 11. - № 1.- S. 1040 -1048. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41635428
9. Kondakova I.A., Lomova J.V.,.Lenchenko E.M. Dynamics of immunologic indices in diseases of bacterial etiology and the correction of immune status of calves // Journal of global pharma technology. – 2016. - T.8. - № 11. - S.8-11. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29481002
10. Puti sovershenstvovaniya proizvodstva moloka na primere ooo "rassvet" Zaharovskogo rajona Ryazanskoj oblasti / V.V. Kulakov, E.N. Pravdina, N.O. Panina // Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sbornik trudov nauchnoj konferencii. - Ryazan', 2019. – S.151-159. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37257456
11.Bhanugopan M.S., Fulkerson W.J, Fraser D.R., Mcneil D.M. Carryover effects of potassium supplementation on calcium homeostasis in dairy cows at parturition // Journal of dairy science. – 2010. - T. 93. - №: 5. - p. 2119-2129. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16599129
12. Sravnitel'naya ocenka pervotelok raznoj selekcii po vosproizvoditel'nym kachestvam / D.V. Dubov, O.V. Runkina, D.V. Novikov // Vklad universitetskoj agrarnoj nauki v innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa: materialy 70-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ryazan', 2019. - S. 50-55. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41330059
13. Thuy N.T. Polymorphism of pit-1 and prolactin genes and their effects on milk yield in holsteinfrisian dairy cows bred in Vietnam // Russian journal of genetics. – 2018. - T.54. - № 3. – p. 346-352. URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35946504
14. Veterinano-sanitarnaya ekspertiza moloka korov starozhilovskogo rajona Ryazansklj oblasti / K.A. Gerceva, E.V. Kiseleva, R.S.Saprykina // Innovacionnaya deyatel'nost' v modernizacii APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh v 3 chastyah. Ryazan', 2017. – S. 172-175. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38128330
15. ZHivotnye v zhizni cheloveka / E.V. Kiseleva, L.D. Mihajlova, K.R. Nurmuhambetova // Molodye issledovateli – novye resheniya dlya APK: materialy Mezhregional'noj studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ryazan', 2018. – S. 94-99. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38128337

16. Farmakologiya / V.D. Sokolov [i dr.]. SPb.: Lan', 2013. — 560 s. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=570

17. Carreto-Vazquez V.H., Hernandez I.,NG D., Rogers W.J., Mannan M.S. Inclusionof pressure hazards into NFPA704 instability rating system // Journal of loss prevention in the process industries. – 2010. - vol.23 - №1- p.30-38. URL: http:// elibrary.ru›contents.asp?id=33641660

18. Sostoyanie zdorov'ya krupnogo rogatogo skota v usloviyah Ryazanskoj oblasti / K.A. Gerceva, I.A. Sorokina, E.V. Kiseleva // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2012.- № 2 (14). - S. 8-9. URL: http:// www.cnshb.ru/jour/j_as.asp?id=113628

19. Veterinarno-sanitarnaya toksikologicheskaya ocenka soderzhaniya nitratov v myase / E.R. Gnoevaya, L.V. Nikulova // Nauchno- prakticheskie dostizheniya molodyh uchenyh, kak osnova razvitiya APK: materialy Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii 29 oktyabrya 2020. Ryazan', 2020. – S.

УДК 636.4.082.2 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.007**

ДИНАМИКА ЖИВОЙ МАССЫ И МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ СУХОЙ КРОВИ

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

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

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

КУВШИНОВА Елена Александровна, *главный технолог ООО «СГЦ «Вишневский» Оренбургской области, lena2976@mail.ru*

КАПИТОШИНА Ирина Владимировна, *аспирант кафедры зоотехнии и биологии, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kapitoshina.iv@gmail.com*

Проблема и цель. *Целью исследований явилось изучение в условиях промышленной технологии новых методов повышения продуктивных качеств свиней за счёт использования высокопротеинового корма из сухой крови свиней.*

Методология. *Для экспериментов методом сбалансированных групп были составлены 8 групп свиней в возрасте 28 дней, по 30 голов каждая. В ходе исследований проводили оценку роста молодняка, изучали мясные качества свиней и физические свойства мяса. При этом нами учитывались такие показатели как абсолютный и среднесуточный приросты, живая масса, убойная масса, убойный выход, площадь «мышечного глазка», толщина шпига, длинна туши, влагоудерживающая способность и цветность мяса.*

Результаты. *В конце опытного периода животные всех опытных групп, получавшие с рационом сухую кровь свиней, превосходили по массе свиней соответствующих контрольных групп. По породе йоркшир – на 2,1 кг, по породе ландрас – на 3,1 кг, по породе дюрок – на 4,3 кг, по гибридной группе – на 2,8 кг. Наиболее высокими показателями мясных качеств характеризовались животные опытных групп. Так, свиньи порды йоркшир превосходили животных контрольной группы той же породы на 0,6 %, по породе ландрас – на 1,1 %, по породе дюрок – на 0,6 %, по гибридам – на 0,8 %. Более высокая влагоудерживающая способность была отмечена в мясе животных породы ландрас и гибридной группы – 57,2 % и 56,8 %. Показатель pH мышечной ткани животных опытных групп находился в пределах нормы. Цветность мяса свиней разных генотипов в результате скармливания сухой крови свиней повышалась.*

Заключение. *Таким образом, включение в рационы свиней сухой крови свиней оказывает положительное влияние на рост животных и улучшает мясные качества свиней и физические показатели мяса.*

Ключевые слова: *свиноводство, йоркшир, ландрас, дюрок, мясные качества свиней, сухая кровь свиней.*

Введение

В настоящее время одной из самых важных задач, стоящих перед современным свиноводством, является решение проблемы увеличения производства мясной продукции высокого качества. Организация полноценного кормления животных оказывает наиболее существенное влияние на уровень увеличения производства свинины. Свиньи наиболее чувствительны к несбалансированному кормлению по сравнению с другими видами

© Правдина Е. Н., Быстрова И. Ю., Кувшинова Е. А., Капитошина И. В., 2021 г.

сельскохозяйственных животных. Установлено, что небольшие, но систематические погрешности в рационе могут привести к значительным изменениям в организме животных, к нарушению резистентности и снижению продуктивности. Важно, чтобы рационы кормления свиней были сбалансированы в соответствии с детализирован¬ными нормами кормления по комплексу питательных и биологически активных веществ [1-5].

Большое значение в кормлении свиней имеют белковые корма, так как недостаток белка в рационах значительно снижает продуктивность свиней. Таким образом, одной из основных задач в организации кормления свиней является создание полноценного протеинового питания [6-10]. Решение данной задачи возможно при комплексном подходе к получению высокобелковых кормов с полноценным протеином [15-17].

Использование протеина животными зависит от многих факторов, основные из них – качество и полноценность протеинового кормления, общий уровень питания и тип кормления [11-13].

В настоящее время одним из методов наиболее рационального использования кормового протеина в кормлении свиней является повышение его полноценности [18]. Обогащение кормовых рационов высококачественным протеином можно будет осуществлять за счёт введения в рацион продуктов убоя свиней, в частности, сухой крови свиней.

Материалы и методы исследований

Для экспериментов по оптимизации белкового кормления свиней с включением в рацион сухой крови свиней методом сбалансированных групп были составлены 8 групп свиней в возрасте 28 дней, по 30 голов каждая. В ходе эксперимента нами была проведена оценка роста молодняка исходя из данных, полученных путем проведения ежемесячных взвешиваний и на основании расчёта абсолютного, среднесуточного прироста массы, а также определения относительной скорости роста.

При изучении формирования мясной продуктивности нами были определены мясные качества подопытных свиней путём контрольного убоя животных в возрасте 160 дней по 3 головы, одинаковых по живой массе и упитанности. Учитывались следующие показатели: живая масса, убойная масса, убойный выход, площадь «мышечного глазка», толщина шпига, длинна туши.

Влагоудерживающую способность мяса определяли планиметрическим методом прессования по Грау-Хамма в модификации Воловинской-Кельман, pH – потенциометрическим методом с помощью pH-метра на глубине 4-5 см;

Все полученные данные были обработаны методом вариационной статистики, а также с использованием современных информационных технологий.

Расчёт экономической эффективности проводили на основании общепринятых методик.

Результаты исследований

За период эксперимента было установлено, что применение сухой крови свиней положительно повлияло на общее физиологическое состояние животных, что сказалось на интенсивности роста свиней. В таблице 1 приведены данные об откормочных качествах подопытных животных.

Таблица 1 – Откормочные качества свиней разных генотипов в период опыта, M±m

Показатели	Группы			
	йоркшир	ландрас	дюрок	й х л
Контрольные группы				
Живая масса:				
в начале опыта, кг	7,8 ± 0,23	7,8 ± 0,21	8,2 ± 0,23	8,5 ± 0,22
в конце опыта, кг	111,4 ± 0,36	109,2 ± 0,30	110,4 ± 0,50	112,4 ± 0,23
Прирост живой массы:				
абсолютный, кг	103,6 ± 1,17	101,2 ± 1,19	102,,2 ± 1,34	103,9 ± 1,46
среднесуточный, г	756,2 ± 10,4	749,6 ± 11,2	762,6 ± 11,1	793,1 ± 10,6
Возраст достижения живой массы 100 кг, дн.	165 ± 2,2	163 ± 2,1	162 ± 2,2	159 ± 2,5
Опытные группы				
Живая масса:				
в начале опыта, кг	7,8 ± 0,23	7,8±0,21	8,2±0,23	8,5±0,22
в конце опыта, кг	113,5 ± 0,36***	112,3 ±0,32***	114,7 ±0,53***	115,2 ±0,36***
Прирост живой массы:				
абсолютный, кг	105,7±1,27***	104,5±1,30***	105,5±1,24***	105,7±1,26***
среднесуточный, г	788,8±10,7***	797,7±11,2***	805,3±11,2***	819,4±10,3***
Возраст достижения живой массы 100 кг, дн.	162 ± 2,2	159 ± 2,1	159 ± 2,2	157 ± 2,5

* – P ≤ 0,005; *** – P≤0,001

Живая масса поросят разных групп в начале опыта была в пределах – 7,8-8,2 кг (разность не достоверна). В конце опытного периода живая масса животных в контрольных группах существенно не отличалась между собой и составляла соответственно: по группе животных породы йоркшир 111,4 ± 0,36 кг, породы ландрас – 109,2 ± 0,30 кг, породы дюрок – 110,4 ± 0,50 кг, по группе гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 112,4 ± 0,23 кг.

В подопытных группах живая масса поросят в начале опыта так же составляла по группам 7,8-8,5 кг (разность не достоверна). В конце опытного периода живая масса животных опытных групп существенно не отличалась между собой и составляла соответственно: по группе животных породы йоркшир 113,5 ± 0,36 кг, породы ландрас – 104,5 ± 1,30 кг, породы дюрок – 105,5 ± 1,24 кг, по группе гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 105,7 ± 1,26.

В конце опытного периода животные всех опытных групп, получавшие с рационом сухую кровь свиней, превосходили по массе свиней соответствующих контрольных групп, получавших только основной рацион. Животные породы йоркшир – на 2,1 кг, породы ландрас – на 3,1 кг, породы дюрок – на 4,3 кг, гибридной группы животных на 2,8 кг.

Абсолютный прирост по контрольным группам составил: по породе йоркшир – 103,6 ± 1,17 кг, по породе ландрас – 101,2 ± 1,19 кг, по породе дюрок – 102,2 ± 1,34 кг, а по группе гибридов – 103,9 ± 1,46 кг соответственно.

Абсолютный прирост по опытной группе был выше, чем по контрольным: по группе животных породы йоркшир 105,7 ± 1,27 кг, породы ландрас – 104,5 ± 1,30 кг, породы дюрок – 105,5 ± 1,24 кг, по группе гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 105,7 ± 1,26 кг, разность достоверна.

Среднесуточный прирост животных в контрольных группах составил: по группе животных породы йоркшир 756,2 ± 10,4 г, породы ландрас – 749,6 ± 11,2 г, породы дюрок – 762,6 ± 11,1 г, по группе гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 793,1 ± 10,6 г.

Среднесуточный прирост животных за период опыта в опытных группах составил: в группе животных породы йоркшир 788,8 ± 10,7 г, породы ландрас – 797,7 ± 11,2 г, породы дюрок – 805,3 ± 11,2 г, по группе гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 819,4 ± 10,3 г. Разность достоверна.

В итоге скороспелость по контрольным группам была максимальной у животных группы гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 159 ± 2,5 дней, породы дюрок – 162 ± 2,2 дней, породы ландрас – 163 ± 2,1 дней, породы йоркшир – 165 ± 2,2 кг.

Скороспелость животных в опытных группах наиболее высокой была у животных группы гибридов первого поколения йоркшир х ландрас –157 ± 2,5 дней, породы дюрок – 159 ± 2,2 дней, породы ландрас – 159 ± 2,1 дней, породы йоркшир – 162 ± 2,2 кг. Разность достоверна.

Таким образом, использование сухой крови в рационах свиней оказывает положительное влияние на рост животных.

Важное значение при изучении продуктивности свиней приобретают данные, которые были получены после убоя животных (табл.2).

Убойная масса животных контрольных групп была несколько ниже, чем у животных соответствующих опытных групп: по породе йоркшир – 74,4 ± 0,53 кг, по породе ландрас – 70,3 ± 0,54 кг, по породе дюрок – 72,4 ± 0,57 кг, по гибридной группе – 75,2 ± 0,53 кг. Животные соответствующих опытных групп превосходили в целом и по отдельности по убойной массе животных из соответствующих контрольных групп: по группе животных породы йоркшир 76,4 ± 0,53 кг, породы ландрас – 73,6 ± 0,54 кг, породы дюрок – 75,2 ± 0,57 кг, по группе гибридов первого поколения йоркшир х ландрас – 77,2 ± 0,53 кг. Разность достоверна.

Таблица 2 – Результаты контрольного убоя свиней, M ± m

Показатели	Группы			
	йоркшир	ландрас	дюрок	й х л
Контрольные группы				
Живая масса:				
Живая масса, кг	111,4 ± 0,36	109,2 ± 0,30	110,4 ± 0,52	112,4 ± 0,23
Убойная масса, кг	74,4 ± 0,52	70,3 ± 0,53	72,4 ± 0,56	75,2 ± 0,52
Убойный выход, %	66,7 ± 0,3	64,4 ± 0,4	65,5 ± 0,1	66,9 ± 0,2
Площадь «мышечного глазка», см	30,8 ± 0,05	31,6 ± 0,05	32,1 ± 0,06	32,8 ± 0,03
Толщина шпига, см	17,5 ± 0,03	17,2 ± 0,04	16,7 ± 0,02	16,2 ± 0,01
Длина туши, см	113,4 ± 0,53	115,7 ± 0,14	116,4 ± 0,22	117,5 ± 0,17
Опытные группы				
Живая масса, кг	113,5 ± 0,36	112,3 ± 0,32	113,7 ± 0,53	114,2 ± 0,36
Убойная масса, кг	76,4 ± 0,52***	73,6 ± 0,53***	75,2 ± 0,56***	77,2 ± 0,52***
Убойный выход, %	67,3 ± 0,3	65,5 ± 0,4	66,1 ± 0,3	67,6 ± 0,2
Площадь «мышечного глазка», см^2	32,8±0,05***	32,6±0,03***	33,1±0,06***	33,5±0,03***
Толщина шпига, см	16,4±0,05***	16,2±0,02***	15,7±0,02***	15,2±0,03***
Длина туши, см	114,5±0,53***	116,3±0,14***	117,1±0,22***	118,2±0,17***

*** – P≤0,001

В ходе эксперимента было установлено, что наиболее высокими убойными качествами характеризовались животные, получавшие в рационе сухую кровь свиней, и хотя разность не достоверна, животные опытной группы породы йоркшир превосходили животных контрольной группы той же породы на 0,6 %, по породе ландрас – на 1,1 %, по породе дюрок – на 0,6 %, по гибридам – на 0,8 %.

Туши животных опытных групп превосходили туши животных контрольных групп по показателю площади «мышечного глазка»: по породе йоркшир – на 2,0 см (32,8 ± 0,05 см), по породе ландрас – на 1,0 см (32,6 ± 0,03 см), по породе дюрок – на 1,0 см (33,1 ± 0,06 см), по гибридной группе – на 0,7 см (33,5 ± 0,03 см). Разность достоверна.

Толщина шпига на уровне 6-7-х грудных позвонков также является важным показателем мясных качеств свиней. У животных, получавших в рационе сухую кровь свиней, толщина шпига была меньше, чем у их аналогов из соответствующих контрольных групп. По группе свиней породы йоркшир опытной группы – на 1,1 см (16,4 ± 0,05 см), по породе ландрас – на 1,0 см (16,2 ± 0,02 см), по породе дюрок – на 1,0 см (15,7 ± 0,02 см), по гибридной группе – на 1,0 см (15,2 ± 0,03 см). Разность достоверна.

Длина туши у животных опытных групп превосходила этот показатель у свиней в контрольных группах. По породе йоркшир – на 1,1 см (114,5 ± 0,53 см), по ландрасам – на 0,6 см (116,3 ± 0,14 см), по дюрокам – на 0,7 см (117,1 ± 0,22 см), по гибридной группе – на 0,7 см (118,2 ± 0,17 см).

Таким образом, сухая кровь свиней в рационах улучшает мясные качества свиней всех изученных пород.

Для оценки технологических качеств мяса нами были изучены физические параметры длиннейшей мышцы спины животных. Данные представлены в таблице 3.

Физико-химические свойства мышечной ткани характеризуют такие показатели как влагоудерживающая способность, pH и цветность.

Таблица 3 – Физические показатели мяса свиней подопытных групп

Показатели	Группы			
	йоркшир	ландрас	дюрок	й х л
Контрольные группы				
Влагоудерживающая способность, %	54,1±0,11	57,2±0,16	54,4±0,13	56,8±0,15
pH среды	5,6±0,03	5,7±0,02	5,6±0,02	5,8±0,02
Цветность, ед. экстинции	57,8	68,5	65,7	63,9
Опытные группы				
Влагоудерживающая способность, %	55,1±0,11***	57,4±0,16***	54,6±0,13***	57,2±0,15***
pH среды	5,7±0,03***	5,8±0,02***	5,7±0,02***	5,9±0,02***
Цветность, ед. экстинции	59,8	69,5	67,7	64,9

*P ≤ 0,005; *** – P≤0,001

Мясо животных породы ландрас и гибридной группы характеризовалось наиболее высокой влагоудерживающей способностью – 57,2 ± 0,16 % и 56,8 ± 0,15 % по контрольным группам; 57,4 ± 0,16 % и 57,2 ± 0,15 % соответственно по опытным группам. Скармливание сухой крови свиней повышает влагоудерживающую способность мяса у животных всех изученных в работе пород. Разность достоверна. pH мышечной ткани – один из определяющих факторов функционально-технологических свойств мяса. Считается нормой уровень pH мяса через 24 часа после убоя – 5,6-6,0.

Показатель pH мяса в наших исследованиях варьировал в пределах нормы. В опытных группах данный показатель был выше и составил по группе животных породы йоркшир – 5,7 ± 0,03, по породе ландрас – 5,8 ± 0,02, по породе дюрок – 5,7 ± 0,02, по гибридам – 5,9 ± 0,02.

На доброкачественность полученной свинины в опытных группах указывает показатель pH длиннейшей мышцы спины животных, а также отсутствие стресс-синдрома (PSE-мясо).

Установлено, что цветность мяса свиней разных генотипов в результате скармливания сухой крови свиней повышалась. В мясе свиней породы йоркшир – на 2,0 ед. экстинции (59,8 ед. экстинции), породы ландрас – на 1,0 ед. экстинции (69,5 ед. экстинции), породы дюрок – на 2,0 ед. экстинции (67,7 ед. экстинции), по гибридам – на 1,0 ед. экстинции (64,9 ед. экстинции).

Заключение

Таким образом, в ходе проведенных исследований нами было установлено, что использование сухой крови в рационе свиней улучшает мясные качества свиней и физические показатели мяса подопытных животных.

Список литературы

1. Совершенствование продуктивных качеств свиней породы дюрок в ООО "СГЦ" Вишневский" Оренбургской области / И.Ю. Быстрова, Е.Н. Правдина, Е.А. Кувшинова // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2018. – С. 176-182. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35607694

2. Мясные качества свиней разных генотипов / Н.В. Бышов, И.Ю. Быстрова, Е.Н. Правдина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: Материалы XX Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С 13-15. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21395153

3. Кулаков В.В. Влияние ультрадисперсного порошка железа на физиологические показатели, продуктивность свиней и качество продуктов убоя / В.В. Кулаков. – Рязань, 2011. – 145 с. URL: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01005115465.pdf

4. Грикшас С.А. Откормочная и мясная продуктивность свиней французской селекции[Текст]/ С.А.Грикшас, А.Г. Соловых, П.А. Кореневская. Главный зоотехник, 2017. No2. С. 3–8. URL: https://www.vetpress.ru/jour/article/view/264/263

5. Земскова, А. С. Особенности воспроизводства свиней на крупных комплексах [Текст] / А. С.Земскова, А. И. Дарьин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 115 – 117. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36705270

6. Ершова С. Д. Эффективность воспроизводства стада свиней – показатель рентабельности отрасли[Текст] / С. Д. Ершова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА – Ижевск: Ижевскаягосударственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 79 – 82. URL:

7. Vinogradov, D.V., Byshov, N.V., Evtishina, E.V., Lupova, E.I., Tunikov, G.M., Morozova, N. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non- chernozem zone of Russia //Amazonia Investiga. Colombia. Vol. 7 Núm. 16 /Septiembre-Octubre 2018 - P. 37-45. https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/370

8. Polischchuk S D, Nazarova A A, Churilov D G, Churilova V V, Churilov G I, Stepanova I A, Arapov I. S.Effect of "low doses" of multiwall carbon nanotubes when interacting with white mustard seeds and sprouts//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Russian Conference on Technological Solutions and Instrumentation for Agribusin ess (TSIA-2019) 21-22 October 2019, Stavropol, Russia.-2019.- Vol. 488

9. Churilov, D., Polischuk, S.,Churilov, G., Shemyakin, A., Churilova, V., Andreev, K., Arapov, I., Obidina, I. The possibility of using biopreparations based on nanoparticles of biogenic metals in cropproduction and plant protection// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2020.–433(1).– 012014

10. Churilova, V.V., Churilov, G.I., Churilov, D.G., Polischuk, S.D., Arapov, I.S.Effect of metal nanoparticles on the accumulation and structure of rapeseed carbohydrates//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. –2020.–422(1).– 012089

11. Эффективность производства свинины в условиях ООО «СГЦ «Вишневский» Оренбургской области/Правдина Е.Н., Кувшинова Е.А.// Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы Международной научно-практической конференции.- Рязань, 2020.- С 388-3931

12. Konkina, V., Shemyakin, A., Babkin, I. Information and software of managing the industry cluster of theregion// Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference,IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020.– 2019.– P. 8632-863

13. Polischuk, S., Fadkin, G., Churilov, D., Churilova, V., Churilov, G. The stimulating effect of nanoparticle suspensions on seeds and seedlings of Scotch pine (Pinus sylvéstris)// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2019.– No226(1).–012020

14. Чертков, Д. Д. Экономическая эффективность дифференцированного кормления свиноматок с введением в рацион зеленого гидропонного корма в условиях малозатратной технологии [Электронный ресурс] / Д. Д. Чертков, Ю. А. Колосов, Б. Д. Чертков, А. В. Печеневская // Вестник Донского государственного аграрного университета – Электрон. текстовые дан. – ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 2018. – С. 11 – 18. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=34989702

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

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

17. Тюрин, В.Г. Изучение биоресурсного потенциала свиней при использовании отечественных биопрепаратов / В.Г. Тюрин, А.М. Смирнов, В.И. Дорожкин, Д.А. Никитин // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии».- М., 2018.-№3(27).- С.95-100. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.20180301717

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

DYNAMICS OF LIVE WEIGHT AND MEAT QUALITY OF PIGS OF DIFFERENT GENOTYPES WHEN FEEDING DRY BLOOD

Pravdina Elena N., *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, epravdina@mail.ru*

Bystrova Irina Yu., *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Biology, ibystrova66@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Kuvshinova Elena A., *Chief Technologist of LLC "SGC" Vishnevsky " of the Orenburg region, lena2976@mail.ru*

Kapitoshina Irina V., *Post-graduate student of the Department of Animal Science and Biology, Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev, kapitoshina.iv@gmail.com*

Problem and goal. *The purpose of the research was to study new methods of increasing the productive qualities of pigs by using high-protein feed from dry pig blood in the conditions of industrial technology.*

Methodology. *For the experiments, 8 groups of pigs aged 28 days, 30 heads each, were made up by the method of balanced groups. In the course of the research, the growth of young animals was evaluated, the meat qualities of pigs and the physical properties of meat were studied. At the same time, we took into account such indicators as absolute and average daily gains, live weight, slaughter weight, slaughter yield, the area of the "muscle eye", the thickness of the ham, the length of the carcass, the moisture-retaining ability and the color of the meat.*

Results. *At the end of the experimental period, the animals of all experimental groups that received dry pig blood with the diet were superior in weight to the pigs of the corresponding control groups. For the Yorkshire breed - by 2.1 kg, for the Landrace breed - by 3.1 kg, for the Duroc breed - by 4.3 kg, for the hybrid group - by 2.8 kg. The animals of the experimental groups were characterized by the highest indicators of meat qualities, so Yorkshire pigs outperformed the animals of the control group of the same breed by 0.6 %, for the Landrace breed-by 1.1 %, for the Duroc breed – by 0.6%, for hybrids – by 0.8 %. Higher water-holding capacity was observed in the meat of Landrace and hybrid group animals – 57.2 % and 56.8 %. The pH of the muscle tissue of the experimental animals was within the normal range. The color of pig meat of different genotypes increased as a result of feeding dry pig blood.*

Conclusion. *Thus, the inclusion of dry pig blood in the diets of pigs has a positive effect on the growth of animals and improves the meat quality of pigs and the physical performance of meat.*

Key words: *pig breeding, Yorkshire, landrace, Duroc, meat quality of pigs, dry blood of pigs.*

Literatura

1. Sovershenstvovanie produktivnyh kachestv svinej porody dyurok v OOO "SGC" Vishnevskij" Orenburgskoj oblasti / I.YU. Bystrova, E.N. Pravdina, E.A. Kuvshinova // Innovacionnoe nauchno-obrazovatel'noe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Materialy 69-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Ryazan', 2018. – S. 176-182. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35607694

2. Myasnye kachestva svinej raznyh genotipov / N.V. Byshov, I.YU. Bystrova, E.N. Pravdina //Sovremennye tekhnologii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: Materialy HKH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Grodno: GGAU, 2017. – C 13-15. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21395153

3. Kulakov V.V. Vliyanie ul'tradispersnogo poroshka zheleza na fiziologicheskie pokazateli, produktivnost' svinej i kachestvo produktov uboya / V.V. Kulakov. – Ryazan', 2011. – 145 s. URL: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01005115465.pdf

4. Grikshas S.A. Otkormochnaya i myasnaya produktivnost' svinej francuzskoj selekcii[Tekst] /S.A.Grikshas, A.G. Solovyh, P.A. Korenevskaya. Glavnyj zootekhnik, 2017. No2. S. 3–8. URL: https://www.vetpress.ru/jour/article/view/264/263

5. Zemskova, A. S. Osobennosti vosproizvodstva svinej na krupnyh kompleksah [Tekst] / A. S.Zemskova, A. I. Dar'in // Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018. – S. 115 – 117. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36705270

6. Ershova S. D. Effektivnost' vosproizvodstva stada svinej – pokazatel' rentabel'nosti otrasli[Tekst] / S. D. Ershova // Nauchnye trudy studentov Izhevskoj GSKHA – Izhevsk: Izhevskayagosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2017. – S. 79 – 82. URL:

7. Vinogradov, D.V., Byshov, N.V., Evtishina, E.V., Lupova, E.I., Tunikov, G.M., Morozova, N. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non- chernozem zone of Russia //Amazonia Investiga. Solombia. Vol. 7 Núm. 16 /Septiembre-Octubre 2018 - P. 37-45.https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/370

8. Polischchuk S D, Nazarova A A, Churilov D G, Churilova V V, Churilov G I, Stepanova I A, Arapov I. S.Effect of "low doses" of multiwall carbon nanotubes when interacting with white mustard seeds and sprouts// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Russian Conference on Technological Solutions and Instrumentation for Agribusin ess (TSIA-2019) 21-22 October 2019, Stavropol, Russia.-2019.- Vol. 488

9. Churilov, D.a, Polischuk, S.a,Churilov, G.b, Shemyakin, A.a, Churilova, V.a, Andreev, K.a, Arapov,

I.a,Obidina, I.b The possibility of using biopreparations based on nanoparticles of biogenic metals in cropproduction and plant protection//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2020.–433(1).–012014

10. Churilova, V.V., Churilov, G.I., Churilov, D.G., Polischuk, S.D., Arapov, I.S.Effect of metal nanoparticles on the accumulation and structure of rapeseed carbohydrates//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. –2020.–422(1).–012089

11. Effektivnost' proizvodstva svininy v usloviyah OOO «SGC «Vishnevskij» Orenburgskoj oblasti/Pravdina E.N., Kuvshinova E.A.// Innovacii v sel'skom hozyajstve i ekologii: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii.- Ryazan', 2020.- S 388-3931

12. Konkina, V., Shemyakin, A., Babkin, I. Information and software of managing the industry cluster of theregion// Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference,IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020.– 2019.– P. 8632-863

13. Polischuk, S., Fadkin, G., Churilov, D., Churilova, V., Churilov, G. The stimulating effect of nanoparticle suspensions on seeds and seedlings of Scotch pine (Pinus sylvéstris)// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.–2019.–No226(1).–012020

14. CHertkov, D. D. Ekonomicheskaya effektivnost' differencirovannogo kormleniya svinomatok s vvedeniem v racion zelenogo gidroponnogo korma v usloviyah malozatratnoj tekhnologii [Elektronnyj resurs] / D. D. CHertkov, YU. A. Kolosov, B. D. CHertkov, A. V. Pechenevskaya // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Elektron. tekstovye dan. – FGBOU VO «Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet», 2018. – S. 11 – 18. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=34989702

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

16. Semenov, V.G. Realizaciya produktivnyh kachestv svinej v usloviyah promyshlennoj tekhnologii vyrashchivaniya / V.G. Semenov, L.P. Gladkih, D.A. Nikitin // Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ih resheniya.- Mat. HIII Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem.- Kirov: VyatGU, 23- 24.04.2018.- Kniga 1.- S.233-238. URL: https://www. elibrary.ru/item.asp?id=34885087

17. Tyurin, V.G. Izuchenie bioresursnogo potenciala svinej pri ispol'zovanii otechestvennyh biopreparatov / V.G. Tyurin, A.M. Smirnov, V.I. Dorozhkin, D.A. Nikitin // Rossijskij zhurnal «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii».- M., 2018.-№3(27).- S.95-100. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.20180301717

18. Tyurin, V.G. Ekologo-gigienicheskie meropriyatiya dlya proizvodstva bezopasnoj produkcii zhivotnovodstva i ohrany okruzhayushchej sredy / V.G. Tyurin, N.N. Potemkina, P.N. Vinogradov // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.- CHeboksary, 2018.- № 2(5).- S.47-55. URL: https://www.elibrary.ru/item. asp?id=35450006

УДК 638. 132.2 :633.81:631.5 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.008***

ПРОДУКТИВНОСТЬ ШАНДРЫ ГРЕБЕНЧАТОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА

САБИТОВА Лилия Шакировна, *мл. научн. сотрудник направления рационального использования медоносных ресурсов и природопользования ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», meristema.roza@mail.ru*

САВИН Анатолий Павлович, *д-р с.-х. наук, гл. научн. сотрудник направления рационального использования медоносных ресурсов и природопользования ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», savinsemena@yandex.ru*

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является изучение биометрических показателей и показателей семенной и нектарной продуктивности при разных сроках посева шандры гребенчатой (Elsholzia cristata) в условиях Центральной полосы России, а именно Рязанской области.*
Методология. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные исследовательские вопросы по изучению Elsholzia cristata (шандры гребенчатой) был заложен опыт в октябре 2018 года на опытно-коллекционном участке ФГБНУ «ФНЦ Пчеловодства» методом систематических повторений в соответствии с методикой опытного дела в растениеводстве. Норма высева шандры*

© Сабитова Л. Ш., Савин А. П., 2021г.

гребенчатой – 6 млн шт., всхожих семян на гектар при широкорядном способе посева – 45 см. Почва серая лесная, тяжело суглинистая, содержание гумуса 4,26 %. Проведение полевых опытов сопровождалось соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и анализами согласно методике опытного дела. Площадь учетных делянок 10 м², повторность четырехкратная. Исследования по определению нектаропродуктивности проводили в лаборатории направления рационального использования медоносных ресурсов и природопользования. Статистическая обработка в опытах проводилась по методике Б.А. Доспехова.

Результаты. *Результаты настоящего исследования показали, что при уборке семян шандры гребенчатой рационально проводить скашивание растений в фазе восковой спелости с последующим дозреванием семян. При более поздней уборке растений наблюдался процесс осыпания. Вегетационный период культуры составил 115-136 дней. В среднем урожайность семян шандры составила 27,1-84 кг/га. Сахаропродуктивность варьировала в пределах от 11,93 до 50,40 кг/га.*

Заключение. *В результате исследования было установлено, что максимальная урожайность семян получена при ранневесеннем посеве и составляет 84 кг/га, а наибольшая нектаропродуктивность получена при поздневесеннем посеве. Она составляет 50,4 кг/га. Ранневесенний срок посева является оптимальным. Шандра гребенчатая показала себя как ценный медонос второй половины лета, с длительным периодом цветения с начала августа до второй декады сентября*

Ключевые слова: *шандра гребенчатая (Elsholzia cristata), сахаропродуктивность, семенная продуктивность побеги, цветы, соцветия, цветки.*

Введение

В связи с возросшим интересом к новым и нетрадиционным эфирномасличным растениям и сокращением их посевных площадей в 90-е годы XX века возникает необходимость для интродукционных исследований и создания сырьевой базы этих растений не только на юге, но и в условиях Центрального региона России. Эфирномасличные растения и их сырье находят широкое применение в медицинской, парфюмерной, пищевой, химической промышленности [1,2]. Важная роль в повышении урожайности многих сельскохозяйственных культур и развитии семеноводства лекарственных растений, рациональном использовании природных ресурсов принадлежит пчелам. Создание эколандшафтов медоносных лекарственных растений и актуальность их изучения приобретают в современном мире все большее значение. Расширение ассортимента и внедрение в производство редких медоносных (малоизученных) лекарственных растений, цветущих во второй половине лета, позволяет использовать их не только для получения эфирного масла, но и для пчеловодства. Одной из таких культур является шандра гребенчатая. Эльсгольция гребенчатая, мята иерусалимская, иссоп пряный, пряная травка (Elscholzia patrinii cristata) – эфирномасличное однолетнее растение семейства Яснотковых [3,4,5], возделывается как лекарственная и медоносная культура. Родом шандра из Китая, Монголии, Японии [6]. В диком виде на территории нашей страны шандра гребенчатая встречается в Западной и Восточной Сибири, на Северном Кавказе, Дальнем Востоке [7,8]. В Центральной полосе России в естественных условиях шандра встречается крайне редко, хотя вполне заслуживает пристального внимания пчеловодов и садоводов благодаря простоте агротехники и пряным свойствам растения.

В качестве лекарственного растения шандру гребенчатую применяет китайская, корейская и японская медицина [9,10]. Соцветия применяют в качестве мочегонного, желудочного, стимулирующего пищеварение средства. Эфирное масло обладает вяжущим эффектом [11]. В эфирном масле надземной части растения обнаружены 19 компонентов, основные из которых: окгеиол-3, в-кариофиллен, альсгольция-кетон (81-96 %), цитронеллол, геранил ацетат [12,13]. Наличие эфирного масла в растении (содержание достигает 0,6 % от массы сырья) позволяет использовать шандру гребенчатую в качестве эфирномасличного и лекарственного сырья [14,7,15].

Период цветения шандры гребенчатой приходится на конец июля или август. Продолжительность цветения составляет 1,5 месяца. В течение всего периода цветения пчелы посещают шандру гребенчатую с утра до вечера. Мед с шандры чистый, прозрачный. Растение является хорошим нектароносом и пыльценосом [16,17,12].

Шандра гребенчатая обладает инсектицидными свойствами против блох, клещей. Значение йодного числа 191-208 ед. [18,19,20], что позволяет судить о степени ненасыщенности жирных кислот, входящих в состав масла; соответственно, чем выше содержание ненасыщенных жирных кислот, тем выше значение йодного числа, от которого и зависит степень высыхания масла.

Высыхающие масла содержат много полиненасыщенных жирных кислот: линолевую, линоленовую и леостеариновую и быстро вступают в реакцию. К ним относятся льняное, конопляное и древесное масла, а также эфирное масло шандры гребенчатой. Это позволяет использовать масло шандры не только для медицины, но и для производства лаков и красок [21].

В условиях Рязанской области в медоносном плане шандра гребенчатая не изучалась, и технология ее возделывания не отработана. Изучение нектарной продуктивности шандры гребенчатой является актуальным для определения возможности использования ее в пчеловодстве. Разработка различных приемов возделывания и расширение посевов шандры гребенчатой позволят увеличить медосбор и повысить продуктивность пчелосемей.

Цель исследований: изучить биометрические показатели и показатели семенной и нектарной про-

дуктивности при разных сроках посева шандры гребенчатой (Elsholzia cristata, ciliata) в условиях Центральной полосы России, а именно Рязанской области.

Опыт – провести посевы в разные сроки:

1) подзимний посев (октябрь);

2) ранневесенний посев (конец апреля-начало мая);

3) поздневесенний посев (третья декада мая).

Задачи исследования:

– определение сроков начала и конца цветения;

– учет густоты стояния травостоя;

– определение нектарной продуктивности;

– учет посещаемости пчелами изучаемого растения;

– влияние разных сроков высева семян на семенную и нектарную продуктивность шандры гребенчатой.

Материалы и методы исследований

Шандра гребенчатая (Elsholzia cristata) – малоизученное однолетнее растение, имеющее полифункциональное значение. Изучение основных агротехнических приемов (влияние разных сроков посева), направленных на повышение нектарной и семенной продуктивности, а также практическое использование результатов исследований позволит внедрить в сельскохозяйственное производство шандру гребенчатую как медоносную культуру.

На территории коллекционного участка ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» была произведена закладка полевых опытов в 2018 г.

В ходе исследований проводились фенологические наблюдения по методике Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства. Учет густоты стояния – по методике Всесоюзного научно-исследовательского института кормов. Определение нектаропродуктивности – методом смывания [2].

Определение редуцирующих сахаров в нектарных пробах – микрометодом Гагедорн-Иенсена [2]. Учет посещаемости пчелами растений – по методике Научно-исследовательского института пчеловодства [16]. Статистическую обработку результатов исследований выполняли методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel 2007 с 95 % уровнем значимости результатов по Доспехову [22].

Условия проведения исследований

На базе опытно-коллекционного участка ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» была произведена закладка полевых опытов в 2018-2019 гг. методом систематических повторений в соответствии с методикой опытного дела в растениеводстве. Площадь учетных делянок 10 м², повторность четырехкратная [21].

Почва серая лесная, тяжело суглинистая, содержание гумуса 4,26 %, подвижного фосфора 33,2 мг, калия 11,4 мг на 100 г почвы, pH солевой 5,5; EC = 0,15-0,26. Обязательным условием агротехники являлась тщательная обработка почвы, которая включала в себя выравнивание и предпосевное прикатывание. Посев проводили широкорядным (45 см) способом с глубиной 1,5-2 см. без заделки семян.

Климат Рязанской области – умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. Средняя температура самого холодного месяца – января – минус 11,5 ºС; самого теплого – июля – +19 ºС. Продолжительность теплого периода года в среднем составляет 210-218 дней с начала апреля и до начала ноября. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 135-145 дней с колебаниями от 90 до 175 дней. Сумма температур выше 10 ºС равна 2200 ºС.

Рязанская область относится к зоне неустойчивого увлажнения. Атмосферные засухи разной степени интенсивности на севере области наблюдаются, в среднем, в 70 % лет.

В последние 40 лет выявлено усиление атмосферной засушливости в апреле-мае. Среднегодовое количество атмосферных осадков в области около 500-575 мм. Две трети осадков выпадает в виде дождя и одна треть – в виде снега.

Как видно из таблицы 1, в целом климатические показатели вегетационных периодов 2018-2019 гг. были благоприятными для возделывания шандры гребенчатой

Таблица 1 – Климатические показатели температуры и количества осадков в 2018-2019 гг.

Температура, ºС

Год/ мес.	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год. показ.
2018	-5,8	-9,0	-7,0	7,3	16,2	17,2	20,5	19,6	14,9	6,9	-1,9	-1,7	6,0
2019	-8,8	-2,9	-0,4	7,8	16,4	19,4	17,0	16,3	12,2	8,6	0,8	-0,6	7,2
Сред.г.	-11,3	-10,5	-5,0	4,7	12,8	16,9	18,6	17,2	11,4	4,3	-2,2	-7,6	4,1
Количество осадков, мм													
Год/ мес.	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год. показ.
2018	38	29	28	51	24	17	85	24	36	47	30	54	463
2019	30	48	35	26	45	42	50	57	26	65	11	21	456
сред.г.	36	30	31	35	49	56	72	58	48	49	45	45	554

Результаты исследований

Исследования показали (табл. 2), что наиболее ранние всходы шандры гребенчатой были получены при подзимнем сроке сева как в 2018, так и в 2019 гг. Если при ранневесеннем посеве всходы шандры гребенчатой появились в 2018 г. одновременно с подзимним посевом, то в 2019 г. на 4 дня позже. Наиболее поздние всходы получены при поздневесеннем посеве как 2018, так и 2019 гг.

Посевы по годам проводились в одни и те же сроки. Тем не менее, при подзимнем посеве в 2019 г. всходы появились на 5 дней раньше по сравнению с 2018 годом. Если при ранневесеннем посеве всходы по годам близки (разница в 1 день), то при поздневесеннем посеве всходы в 2019 г. появились на 10 дней позже, чем в 2018 году.Такая разница с появлением всходов объясняется, прежде всего, повышением температурных данных апреля, мая и июня 2019 г. по сравнению со среднемноголетними данными и, как следствие, иссушением верхнего слоя почвы.

Сроки начала цветения шандры гребенчатой по годам также различны. Более раннее цветение наблюдается в 2018 г. Так, при подзимнем посеве в 2018 г. цветение наступило на 25 дней раньше; при ранневесеннем – на 26 дней; при поздневесеннем – на 2 дня.

Продолжительность цветения шандры гребенчатой также колеблется по годам. При подзимнем посеве в 2018 году период цветения увеличился на 14 дней по сравнению с 2019 годом. В то же время при ранневесеннем и поздневесеннем посевах продолжительность цветения по годам была приблизительно одинакова.

Максимальная продолжительность цветения шандры гребенчатой как в 2018, так и в 2019 гг. наблюдалось при подзимнем посеве.

Наибольшая продолжительность вегетационного периода шандры гребенчатой в 2018 г наблюдалась при подзимнем посеве – 135 дней; при ранневесеннем посеве она сократилась на 25 дней, при поздневесеннем посеве – на 35 дней.

В 2019 г. наибольшей продолжительностью вегетационного периода характеризуются растения при ранневесеннем посеве – 136 дней; при подзимнем посеве вегетационный период уменьшился на 6 дней, при поздневесеннем посеве – на 21 день.

На длину вегетационного периода также влияют погодные условия года. Так, при подзимнем посеве длина вегетационного периода в 2018 г. была больше на 5 дней по сравнению с 2019 годом. Наоборот, при ранневесеннем и поздневесеннем посевах длина вегетационного периодов была больше в 2019 г. на 26 и 15 дней, соответственно. Существенные различия наблюдаются в продолжительности вегетационного периода как по годам, так и по срокам посева.

Таблица 2 – Фазы вегетации при посеве шандры гребенчатой широкорядным способом (45 см)

Годы исследований	Варианты	Сроки посева	Срок появления всходов	Фаза бутонизации	Начало цветения	Продолжительность цветения, сут.	Вегетационный период, сут.
2018	подзимний	27.10.17	25.04.18	19.07.18	24.07.18	44	135
	ранневесенний	08.05.18	25.05.18	01.08.18	10.08.18	27	110
	поздневесенний	29.05.18	10.06.18	10.08.18	18.08.18	30	100
	$НСР_{0,5}$						
2019	подзимний	27.10.17	20.05.19	10.08.19	18.08.19	30	130
	ранневесенний	08.05.18	24.05.19	07.08.19	15.08.19	28	136
	поздневесенний	29.05.18	20.06.19	13.08.19	20.08.19	29	115
	$НСР_{0,5}$						5,04

Учет посещаемости растений пчелами

Важным показателем практической ценности шандры гребенчатой для пчеловодства является степень посещаемости растений пчелами. При появлении первых цветков на растениях шандры гребенчатой появляются насекомые, питающиеся пыльцой и нектаром. Численность опылителей возрастает в зависимости от времени суток и от фазы цветения (начало → конец цветения). Наибольшее количество пчел наблюдалось в середине фазы цветения в период с 12 до 15 ч. составило около 110-130 тыс. шт./га (рис.).

Исследования показали, что количество растений на 1 га в большей мере зависит от погодных условий того или иного года. Так, в 2018 г. количество побегов при подзимнем посеве было больше на 14 %; при ранневесенем посеве – на 8,9 %, а при поздневесеннем посеве количество побегов было примерно одинаковым.

Количество цветков на 1м² главным образом зависит от сроков посева шандры гребенчатой. Наименьшее количество цветков наблюдалось при подзимнем посеве как в 2018, так и в 2019 гг. Ранневесенний посев приводит к увеличению ко-

личества цветков на единицу площади в 2,2 раза в 2018 г. и в 1,53 раза в 2019 г; поздневесенний, соответственно, в 3,0 и 2,58 раза по сравнению с подзимним посевом. При подзимним посеве в 2019 г. наблюдается увеличение количества цветков на 1м2 в 1,36 раза; при поздневесеннем посеве в 1,17 раза, в то время как при ранневесеннем посеве в 2019 г. происходит некоторое снижение по сравнению с 2018 г.

Содержание сахара в нектаре также зависит от погодных условий года. Большое количество выпавших осадков в августе 2019 г. привело к уменьшению содержания сахара в нектаре 100 цветков при подзимнем посеве в 2,7 раза; при ранневесеннем и поздневесеннем, соответственно, в 2,0 и 3,0 раза.

Погодные условия 2019 года в конечном итоге повлияли на нектаропродуктивность (сахаропродуктивность) шандры гребенчатой. Так, при подзимнем посеве данный показатель уменьшился в 1,96 раза; при ранневесеннем и поздневесеннем, соответственно, в 2,12 и 2,58 раза. Максимальная нектаропродуктивность была получена в 2018 г. на варианте при поздневесеннем посеве. Результаты исследований приведены в таблице 3.

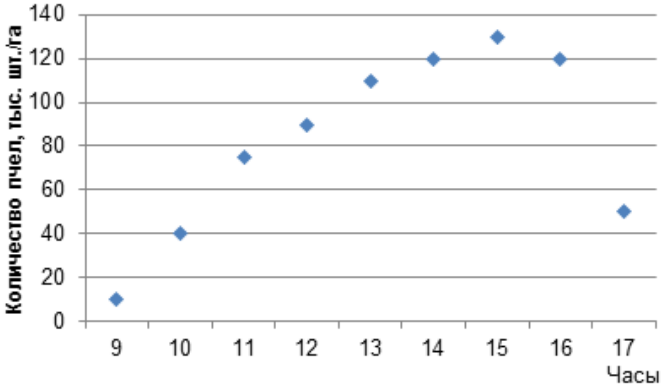


Рис. – Динамика посещения опытного участка пчелами в течение дня

Таблица 3 – Влияние сроков высева на сахаропродуктивность шандры гребенчатой

Годы исследований	Варианты/ срок посева	Кол-во растений, тыс. шт./га	Кол-во цветов на м², тыс. шт.	Кол-во цветков млн. шт. /га	Содержание сахара в нектаре в сутки, мг/100цв.	Нектаропродуктивность, кг/га
2018	Подзимний	162	36525	6,2	6,4	23,38
	Ранневесенний	196	78996	9,6	4,4	34,75
	Поздневесенний	152	109530	9,5	4,6	50,40
	$НСР_{0,5}$			1,73		2,89
2019	Подзимний	142	49690	0,50	2,40	11,93
	Ранневесенний	180	75867	0,76	2,16	16,39
	Поздневесенний	150	128350	1,28	1,52	19,51
	$НСР_{0,5}$			0,43		2,75

Результаты исследований семенной продуктивности шандры гребенчатой в 2018 и 2019 гг. говорят о ее невысокой семенной продуктивности (табл. 4). Учитывая, что масса 1000 семян составляет 0,25 г и норма высева не превышает 1,0-1,5 кг/га, полученная семенная продуктивность позволяет засеять 30-50 га.

Таблица 4 – Семенная продуктивность шандры гребенчатой в зависимости от разных сроков посева

Годы исследований	Варианты/ срок посева	Урожайность семян кг/га
2018	подзимний	57,60
	ранневесенний	58,0
	поздневесенний	84,0
	$НСР_{0,5}$	2,08

Продолжение таблицы 4

2019	подзимний	27,1
	ранневесенний	52,7
	поздневесенний	75,3
	$НСР_{0,5}$	2,31

Более высокая семенная продуктивность была получена в 2018 г. Так, при подзимнем посеве она была выше на 30,5 кг/га; при ранневесеннем и поздневесеннем посевах, соответственно, на 5,3 и 8,7 кг/га по сравнению с семенной продуктивностью в 2019 г.

Выводы

Таким образом, по результатам двухлетних исследований можно сделать предварительные выводы, что наибольшая сахаропродуктивность была получена в 2018 г. при поздневесеннем посеве и составляет 50,4 кг/га, а максимальная семенная продуктивность была получена при поздневесеннем сроке посева 2018 г. и составила 84 кг/га. Исследования будут продолжены.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию № 0642-2018-0014 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР

Список литературы

1.Мизгер А. М. Конспект растений дикорастущих и разводимых в Курской губернии. / Мизгер А. М. – Курск: Тип. Губ. правл., 1869. - [2], IV, С.111 URL: htt://catalog/ kurskonb / ru/ fbd /kat /m/ mizger Konspekt flory kyr gubernii hdf. (дата обращения 18.11.2020)

2.Ткаченко К.Г. Флора России – потенциальный источник перспективных эфиромасличных растений/ Ткаченко К.Г. /Научный и инновационный потенциал развития производства, переработки и применения эфиромасличных и лекарственных растений / материалы Международной научно-практической конференции. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. - С. 7-14 URL:https://www.elibrary.ru /item.asp? id=39185528 (дата обращения 19.11.2020)

3.Большой энциклопедический словарь лекарственных растений: учебное пособие / Под ред. Г.П. Яковлева. - 3-е изд., испр., и доп. СПб: Спец Лит. - 2015. – 759с. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp? id=36443533 (дата обращения 10.12.2020)

4.Бурмистров, А.Н. Учет медоносных ресурсов и оценка нектарной и пыльцевой продуктивности растений/ А.Н. Бурмистров, А.М. Ишемгулов. - М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, НИИ пчеловодства. - 2001. – 243с.

5.Невкрытая Н.В.Современное состояние селекции и семеноводства эфиромасличных культур в Крыму/ Невкрытая Н.В., Мишнев А.В. //Труды Кубанского государственного аграрного университета. Куб ГАУ. - 2016. Выпуск 2(59). С.287-296. URL:https://www.elibrary.ru / item .asp? id =26661233(дата обращения 18.11.2020)

6.Шафранский, В.Г. Шандра гребенчатая. // Уральский садовод. - 2013. - № 39 – 3с. URL: http://www.uralsadovod.ru. (дата обращения 18.11.2020)

7.Кшникаткина, А. Н. Технология выращивания и использования нетрадиционных и лекарственных растений. / Кшникаткина, А. Н. Гущина В. А., Варламов В. А. и др. – М.: ВНИИССОК, 2003. - 373с. URL:https://www.elibrary.ru / item. asp? id=19512210(дата обращения 10.12.2020)

8.Виноградова Ю.К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России): монография/ Виноградова Ю.К. [и др.]. – М.: Издательство ГЕОС, 2010. – 503с. URL:https://www.elibrary.ru / item. as? id=20360109(дата обращения 10.12.2020)

9.Patent number US20200030252 Source of the Document United States Patent and Trademark Multifunctional topical cream comprising beta-caryophyllene, essential oils, in a phospholipid and triglyceride base /Year the Document was Published 2020 Office Pre-Granted Publication Authors of Document Mata, John Enrique (Mata, John Enrique) (дата обращения 22.12.2020)

10.Pudziuvelyte L., Stankevicius M., Maruska, A., Draksiene G., Bernatoniene, J. Chemical composition and anticancer activity of Elsholtzia ciliata essential oils and extracts prepared by different methods // Industrial Crops and Products. - 107, -2017 P. 90-96 DOI: //https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.040(дата обращения 22.12.2020)

11.Маланкина Е. Л. Лекарственные и эфирномасличные культуры. / Маланкина Е. Л. Цицилин А. Н.// М.: Инфра-М. - 2016. 367 с. URL:https://www.elibrary.ru / item. asp? id=25704535 (дата обращения 10.12.2020)

12.Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения/ Ткаченко К.Г.// Вестник Удмуртского университета. - 2011. Вып. 1 88–99с. URL:https://www.elibrary.ru / item.asp? id=15624503(дата обращения 10.09.2020)

13.Перспективное эфиромасличное растение в условиях Московской области /Гринева М.В. Сурков В.А. // Вестник РУДН. - Изд-во Сельхознауки, Агрономия, -2002. - №8. - С.44-47. URL:https://www.elibrary.ru/ item. asp? id=33195603(дата обращения 10.09.2020)

14. Hoi, H.T. The roles of medicinal herbs in the treatment of measles //International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences.-11(3), - 2020 P. 3872-3877 DOI: https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i3. 2570(дата обращения 22.12.2020)

15.Копелькиевский, Г.В. Улучшение кормовой базы пчеловодства / Г.В. Копельскиевский, А.Н., Бурмистров. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 166 с. (дата обращения 10.09.2020)

16.Лавренов, В.К. Энциклопедия лекарственных растений народной медицины / В.К. Лавренов, Г.В. Лавренова. – СП б.: Изд. дом «Нева», 2003.

– 243 стр. – URL: https: /www.elibrary.ru / item. asp? id=19512210(дата обращения 13.10.2020)

17.Сабитова Л.Ш. Влияние сроков посева на медопродуктивность Elsholzia cristata (шандры гребенчатой) // Биомика. 2019 Т. 11(2). С.198 - 201 DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2019-18(дата обращения 15.12.2020)

18. Huang, K., Zhang, D., Ren, J.-J., Dong, R., Wu, H .Screening of the Repellent Activity of 12 Essential Oils against Adult German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae): Preparation of a Sustained Release Repellent Agent of Binary Oil-γ-CD and its Repellency in a Small Container //Journal of Economic Entomology.- 113(5),-2020 P. 2171-2178 DOI://https://doi.org/10.1093/jee/toaa162(дата обращения 22.12. 2020)

19.Liang, J.-Y., Xu, J., Yang, Y.-Y., Zhou, F., Wang, J Toxicity and synergistic effect of Elsholtzia ciliata essential oil and its main components against the adult and larval stages of Tribolium castaneum(дата обращения 22.12.2020)

20. Foods.-9(3) - 2020, P.345 DOI: ttps://doi.org/10.3390/foods9030345

21.Новоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов и др. – М.: Россельхозакадемия - , 1997. – 156 с. - URL:https://www.elibrary.ru/ item.asp? id=26735655(дата обращения 22.12.2020)

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов/ Б.А. Доспехов. - М.: АГРОIПромиздат, 1985 - 351с.

PRODUCTIVITY OF COMB SHANDRA DEPENDING ON THE TIME OF SOWING

Sabitova Liliya S., *Junior researcher of the direction of rational use of honey resources and nature management of the Federal state budgetary institution "FSC of beekeeping", meristema.roza@mail.ru*

Savin Anatoly P., *doctor of agricultural Sciences, chief researcher of the direction of rational use of honey-bearing resources and nature management of the Federal state budgetary institution "FSC of beekeeping", savinsemena@yandex.ru*

Problem and goal. *The purpose of this study is to study biometric indicators and indicators of seed and nectar productivity at different sowing dates of Shandra combata (Elsholzia cristata) in the conditions of the Central part of Russia, namely, the Ryazan region.*

Methodology. *To achieve the goal of the study and answer the research questions on the study of Elsholzia cristata (Shandra combata) was laid in October 2018 on an experimental collection plot of GNU FNTS "Beekeeping" method of systematic repetition in accordance with the methodology of experimental work in crop production. The seeding rate of comb shandra is 6 million pieces. germinating seeds per hectare with a wide-row method of sowing – 45 cm. The soil is gray forest, heavily loamy, the humus content is 4.26 %. Conducting field experiments was accompanied by appropriate observations, records, measurements and analyses according to the experimental case methodology. The area of the accounting plots is 10 m2, the repetition is fourfold. Studies on the determination of sugar productivity were carried out in the laboratory of the direction of rational use of honey-bearing resources and nature management. Statistical processing in the experiments was carried out according to the method of B. A. Dospekhov.*

Results. *The results of the present study showed that when harvesting the seeds of Shandra combata, the plants were mowed in the phase of waxy ripeness, followed by maturation of the seeds. At a later harvest of plants, the process of shedding was observed. The growing season of the crop was 115-136 days. The average yield of shandra seeds was 27.1-84 kg / ha. Sugar productivity varied from 11.93 to 50.40 kg / ha.*

Conclusion. *As a result of the study, it was found that the maximum seed yield was obtained with early spring sowing and is 84 kg / ha, and the highest nectar productivity was obtained with late spring sowing. It is 50.4 kg / ha. The early spring sowing period is optimal. Shandra crested proved to be a valuable honey plant in the second half of summer, with a long flowering period from the beginning of August to the second decade of September*

Key words: *comb shandra (Elsholzia cristata), sugar productivity, seed productivity shoots, flowers, inflorescences, flowers.*

Literatura

1. Mizger A. M. Konspekt rastenij dikorastushchih i razvodimyh v Kurskoj gubernii. / Mizger A. M. – Kursk: Tip. Gub. pravl., 1869. - [2], IV, S.111 URL: htt://catalog/ kurskonb / ru/ fbd /kat /m/ mizger Konspekt flory kyr gubernii hdf. (data obrashcheniya 18.11.2020)

2. Tkachenko K.G. Flora Rossii – potencial'nyj istochnik perspektivnyh efiromaslichnyh rastenij / Tkachenko K.G. /Nauchnyj i innovacionnyj potencial razvitiya proizvodstva, pererabotki i primeneniya efiromaslichnyh i lekarstvennyh rastenij / materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Simferopol': IT «ARIAL», 2019. - S. 7-14 URL:https://www.elibrary.ru /item.asp? id=39185528 (data obrashcheniya 19.11.2020)

3. Bol'shoj enciklopedicheskij slovar' lekarstvennyh rastenij: uchebnoe posobie / Pod red. G.P. Yakovleva. - 3-e izd., ispr., i dop. SPb: Spec Lit. - 2015. – 759s. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp? Id =36443533 (data obrashcheniya 10.12.2020)

4. Burmistrov, A.N. Uchet medonosnyh resursov i ocenka nektarnoj i pyl'cevoj produktivnosti rastenij/ A.N. Burmistrov, A.M. Ishemgulov. - M.: Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk, NII pchelovodstva. - 2001. – 243c.

5.Nevkrytaya N.V.Sovremennoe sostoyanie selekcii i semenovodstva efiromaslichnyh kul'tur v Krymu/ Nevkrytaya N.V., Mishnev A.V. //Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Kub GAU. - 2016. Vypusk 2(59). S.287-296. URL:https://www.elibrary.ru / item .asp? id =26661233(data obrashcheniya 18.11.2020)

6. Shafranskij, V.G. Shandra grebenchataya. //Ural'skij sadovod. - 2013. - № 39 – 3s. URL: http:// www. uralsadovod.ru. (data obrashcheniya 18.11.2020)

7. Kshnikatkina, A. N. Tekhnologiya vyrashchivaniya i ispol'zovaniya netradicionnyh i lekarstvennyh rastenij. / Kshnikatkina, A. N. Gushchina V. A., Varlamov V. A. i dr. – M.: VNIISSOK, 2003. - 373s. URL:https://www. elibrary.ru / item. asp? Id =19512210(data obrashcheniya 10.12.2020)

8. Vinogradova Yu.K. Chernaya kniga flory Srednej Rossii (Chuzherodnye vidy rastenij v ekosistemah Srednej Rossii): monografiya/ Vinogradova Yu.K. [i dr.]. – M.: Izdatel'stvo GEOS, 2010. – 503s. URL:https:// www.elibrary.ru / item. as? Id =20360109(data obrashcheniya 10.12.2020)

9.Patent number US20200030252 Source of the Document United States Patent and Trademark Multifunctional topical cream comprising beta- caryophyllene, essential oils, in a phospholipid and triglyceride base /Year the Document was Published 2020 Office Pre-Granted Publication Authors of Document Mata, John Enrique (Mata, John Enrique) (data obrashcheniya 22.12.2020)

10.Pudziuvelyte L., Stankevicius M., Maruska, A., Draksiene G., Bernatoniene, J. Chemical composition and anticancer activity of Elsholtzia ciliata essential oils and extracts prepared by different methods // Industrial Crops and Products. - 107, -2017 P. 90-96 DOI: //https://doi.org/10.1016/j.indcrop. 2017.05.040(data obrashcheniya 22.12.2020)

11. Malankina E. L. Lekarstvennye i efirnomaslichnye kul'tury. / Malankina E. L. Cicilin A. N.// M.: Infra-M. - 2016. 367 s. URL:https://www.elibrary.ru / item. asp? Id =25704535 (data obrashcheniya 10.12.2020)

12. Efirnomaslichnye rasteniya i efirnye masla: dostizheniya i perspektivy, sovremennye tendencii izucheniya i primeneniya/ Tkachenko K.G. // Vestnik Udmurtskogo universiteta. - 2011. Vyp. 1 88–99s. URL:https://www. elibrary.ru / item.asp? id=15624503(data obrashcheniya 10.09.2020)

13. Perspektivnoe efiromaslichnoe rastenie v usloviyah Moskovskoj oblasti /Grineva M.V. Surkov V.A. // Vestnik RUDN. - Izd-vo Sel'hoznauki, Agronomiya, -2002. - №8. - S.44-47. URL:https://www.elibrary.ru/ item. asp? Id =33195603(data obrashcheniya 10.09.2020)

14. Hoi, H.T. The roles of medicinal herbs in the treatment of measles //International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences.-11(3), - 2020 P. 3872-3877 DOI: https://doi.org/10.26452/ijrps. v11i3. 2570(data obrashcheniya 22.12.2020)

15. Kopel'kievskij, G.V. Uluchshenie kormovoj bazy pchelovodstva / G.V. Kopel'skievskij, A.N., Burmistrov. – M.: Rossel'hozizdat, 1965. – 166 s. (data obrashcheniya 10.09.2020)

16. Lavrenov, V.K. Enciklopediya lekarstvennyh rastenij narodnoj mediciny / V.K. Lavrenov, G.V. Lavrenova. – SP b.: Izd. dom «Neva», 2003. – 243 str. – URL: https: /www.elibrary.ru / item. asp? id=19512210(data obrashcheniya 13.10.2020)

17. Sabitova L.Sh. Vliyanie srokov poseva na medoproduktivnost' Elsholzia cristata (shandry grebenchatoj) // Biomika. 2019 T. 11(2). S.198 - 201 DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2019-18(data obrashcheniya 15.12.2020)

18. Huang, K., Zhang, D., Ren, J.-J., Dong, R., Wu, H .Screening of the Repellent Activity of 12 Essential Oils against Adult German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae): Preparation of a Sustained Release Repellent Agent of Binary Oil-γ-CD and its Repellency in a Small Container //Journal of Economic Entomology.- 113(5),- 2020 P. 2171-2178 DOI://https://doi.org/10.1093/jee/toaa162(data obrashcheniya 22.12. 2020)

19.Liang, J.-Y., Xu, J., Yang, Y.-Y., Zhou, F., Wang, J Toxicity and synergistic effect of Elsholtzia ciliata essential oil and its main components against the adult and larval stages of Tribolium castaneum(data obrashcheniya 22.12.2020)

20. Foods.-9(3) - 2020, P.345 DOI: ttps://doi.org/10.3390/foods9030345

21. Novoselov, Yu.K. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami / Yu.K. Novoselov i dr. – M.: Rossel'hozakademiya - , 1997. – 156 s. - URL:https://www.elibrary.ru/ item.asp? id =26735655(data obrashcheniya 22.12.2020)

22. B.A. Dospekhov Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov/ B.A. Dospekhov. - M.: AGROIPromizdat, 1985 - 351s.

УДК 635.21 DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.009

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК КОМПЛЕКСНЫМИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ И ГУМАТОМ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ

САВИНА Ольга Васильевна, *д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры маркетинга и товароведения, savina-999@mail.ru*

АФИНОГЕНОВА Светлана Николаевна, *аспирант кафедры технологии общественного питания assaura8@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань

Проблема и цель. *В настоящее время при выращивании картофеля отмечается негативная тенденция, заключающаяся в использовании повышенных доз минеральных удобрений при одновременном сокращении внесения органики. Альтернативой традиционным минеральным удобрениям могут стать комплексные микроудобрения и гуминовые препараты. Цель работы – изучение влияния некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуминовым препаратом на биометрические параметры роста и развития картофеля.*

Методология. *Исследования проводили на двух сортах картофеля раннеспелой группы – Гала и Латона. Для некорневых подкормок использовали микроудобрения Страда N, Страда P и гуминовый препарат Экорост. Картофель выращивали в 2017-2019 гг. в учебном хозяйстве РГАТУ на серой лесной почве. Варианты опыта: 1) контроль – без вегетационной обработки; 2) обработка гуматом Экорост в дозе 0,2-0,4 л/га; 3) обработка микроудобрением Страда N в дозе 3-5 л/га; 4) обработка микроудобрением Страда P в дозе 3-5 л/га. Обработку проводили дважды – при появлении полных всходов и через 14 дней после первой. Остальные элементы агротехники культуры не различались по вариантам и были общепринятыми для нашей зоны. Определение биометрических параметров картофеля проводили по методике ВНИИКХ (1967) в три срока: в фазу бутонизации, цветения и начала отмирания ботвы.*

Результаты. *Экспериментально доказано положительное действие некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуминовым препаратом на динамику изменения таких биометрических параметров картофеля, как высота растения, количество стеблей, масса и площадь листьев, масса клубней.*

Заключение. *Наиболее эффективным вариантом является некорневая подкормка микроудобрением Страда P, использование которого улучшает условия развития растений, ускоряя рост ассимиляционного аппарата, что в конечном итоге отражается на продуктивности картофеля.*

Ключевые слова: *картофель, комплексные микроудобрения, гуминовый препарат, некорневые подкормки, биометрические параметры.*

Введение

В последние годы в отрасли картофелеводства России произошли существенные изменения: если еще 10-15 лет назад основные объемы продовольственного картофеля производились в личных подсобных хозяйствах населения, то сегодня наметился серьезный сдвиг в сторону увеличения крупнотоварного производства этой культуры [1]. По данным Росстата объем посевных площадей под картофелем в промышленном секторе России с 2005 по 2019 г. увеличился в 1,46 раза и составил более 315 тыс. га [2]. При этом получение стабильно высоких урожаев картофеля невозможно без правильно подобранной системы удобрений [3]. Однако в настоящее время при выращивании картофеля отмечается негативная тенденция, заключающаяся в использовании повышенных доз минеральных удобрений при одновременном сокращении внесения органики, что обусловлено удорожанием и значительными затратами на внесение органики [4,5]. Это негативно отражается на структуре почвы и загрязняет окружающую среду и продукцию ксенобиотиками [6]. В связи с этим существует острая необходимость в поиске альтернативных способов обогащения почвы питательными веществами, способствующими повышению продуктивности картофеля без вредного воздействия на почву и безопасность продукции. Хорошей альтернативой традиционным минеральным удобрениям могут стать комплексные удобрения с микроэлементами и гуминовые препараты [7,8,9].

В последние годы много внимания уделяется использованию гуминовых препаратов и жидких комплексных удобрений с микроэлементами для подкормки вегетирующих растений. Многие авторы указывают на эффективность данного приема не только для повышения урожайности и качества продукции, но и для снижения экономических затрат и экологической нагрузки на почву и продукцию при выращивании сельскохозяйственных культур [10-20]. Исследование влияния данного агротехнического приема на биометрические параметры картофеля представляет широкий практический интерес.

Объекты и методика проведения исследований

Цель работы – изучение влияния некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуминовым препаратом на биометрические параметры роста и развития картофеля.

Для некорневых подкормок использова-

© Савина О. А., Афиногенова С. Н., 2021 г.

ли микроудобрения Страда N, Страда P и гуминовый препарат Экорост. Микроудобрения Страда N и Страда P представляют собой высококонцентрированные суспензии питательных элементов: Страда N содержит 27 % азота, 5 % фосфора, 3 % калия, а также микроэлементы Mg O – 0,15 %, S – 1,26 % и другие; удобрение Страда P содержит 18 % фосфора, по 4,5 % азота и калия, а также микроэлементы.

Гуматы применяются для стимулирования роста и развития растений. Они состоят из веществ природного происхождения, образующихся при распаде растительных остатков в почве. Гуматы не относятся к удобрениям, но могут их заменять, т.к. поставляют растениям ряд незаменимых микроэлементов и благоприятно воздействуют на почву. Гумат Экорост представляет собой жидкую суспензию темно-коричневого цвета нейтральной реакции (pH 6,5-7,5), содержащую калийные соли гуминовых кислот в концентрации 70 г/л и комплекс микроэлементов; производится из низинного торфа влажностью около 50 % с добавлением воды.

Объектом исследования действия описанных выше препаратов явились два сорта картофеля раннеспелой группы – Гала и Латона. Картофель выращивали в 2017-2019 гг. в учебном хозяйстве Рязанского агротехнологического университета на серой лесной почве, тяжелосуглинистой по механическому составу; глубина пахотного слоя составляет 27- 30 см. Почва опытного участка имела следующие агрохимические характеристики: содержание гумуса по Тюрину 3,3 %, подвижных форм фосфора – 16,4± 0,72 мг/100 г почвы; калия – 9,3 ±0,72мг /100 г почвы; реакция почвенного раствора слабокислая (pH – 5,3).

Посадку картофеля производили во второй декаде мая, для чего использовали семенные клубни массой от 60 до 70 г, норма посадки – 50 тыс. клубней на 1 га по общепринятой схеме 70 х 30 см. Предшественником под картофель являлась озимая пшеница. Расположение делянок в опыте – рандомизированное, учетная площадь делянки – 56 м², повторность опыта – четырехкратная.

Варианты опыта: 1) контроль – без вегетационной обработки; 2) обработка гуматом Экорост в дозе 0,2-0,4 л/га ;3) обработка микроудобрением Страда N в дозе 3-5 л /га; 4) обработка микроудобрением Страда P в дозе 3-5 л/га. Обработку проводили дважды – при появлении полных всходов и через 14 дней после первой. Остальные элементы агротехники культуры не различались по вариантам и были общепринятыми для нашей зоны. Определение биометрических параметров картофеля проводили по методике ВНИИКХ (1967) в три срока: в фазу бутонизации, цветения и начала отмирания ботвы.

Метеорологические данные периодов вегетации по годам проведенных исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метеорологические данные периодов вегетации 2017-2019 гг. (по данным Рязанского ЦГМС)

Год наблюдения	Показатели	Месяц определения				Сводные климатические показатели вегетационного периода		
		май	июнь	июль	август	Сумма эффективных температур, ºС*	Сумма осадков, мм	ГТК**
2017	Среднемесячная температура, ⁰С	11,5	14,7	17,9	18,9	1938	291	1,50
	Осадки, мм	52	54	110	75			
2018	Среднемесячная температура, ⁰С	16,2	17,2	20,5	19,6	2261	150	0,66
	Осадки, мм	24	17	85	24			
2019	Среднемесячная температура, ºС	16,4	19,4	17,0	16,3	2123	194	0,91
	Осадки, мм	45	42	50	57			
Среднемноголетние данные	Среднемесячная температура, ºС	13,5	17,2	19,2	17,3	2066	260	1,26
	Осадки, мм	37	73	88	62			

* – Сумма эффективных температур – это сумма среднесуточных температур выше +10 ⁰С за период май-август

** – ГТК – гидротермический коэффициент

Метеорологические условия периодов наблюдений складывались по-разному. Так, 2017 год был избыточно влажным и прохладным: сумма эффективных температур ниже среднемноголетних данных на 128 ^{0}С, осадков выпало на 31 мм больше нормы, показатель ГТК>1,3. Период от посадки до всходов растений картофеля протекал в условиях пониженных температур и избытка влаги, что тем самым затянуло появление всходов. Сильные дожди июля (на 22 мм осадков больше среднемноголетних значений) способствовали мощному росту надземной массы растений картофеля, поэтому в этом году отмечались самые высокие биометрические параметры растений. Вегетационные периоды растений картофеля 2018 и 2019 годов, наоборот, проходили в условиях избытка тепла и недостатка влаги. Особенно сухим и жарким был 2018 год: сумма эффективных температур превысила среднемноголетнюю норму на 195 ºС, осадков выпало на 110 мм ниже нормы (ГТК составил 0,66). Теплая погода мая способствовала быстрому и дружному появлению всходов, однако недостаток влаги на протяжении всего вегетационного периода тормозил рост и развитие растений картофеля, что отразилось на биометрических параметрах растений, которые были минимальными из всех лет исследований. Вегетационный период 2019 года можно охарактеризовать как наиболее благоприятный по температурному режиму из всех лет наблюдений, однако и в этом году в основные фазы роста растения испытывали дефицит влаги, хотя и менее значительный, чем в 2018 году – сумма осадков за май-август на 66 мм была ниже среднемноголетнего значения, ГТК=0,91. Биометрические параметры растений картофеля в этом году были средними из трех лет наблюдения.

Результаты исследований и их обсуждение

Наблюдения показали, что все вегетационные обработки растений картофеля изучаемыми препаратами положительно отразились на их росте и развитии, приводя к заметному опережению роста опытных растений по сравнению с контрольными. Это хорошо видно на рисунке 1, где отражена динамика нарастания площади листьев у двух сортов картофеля.

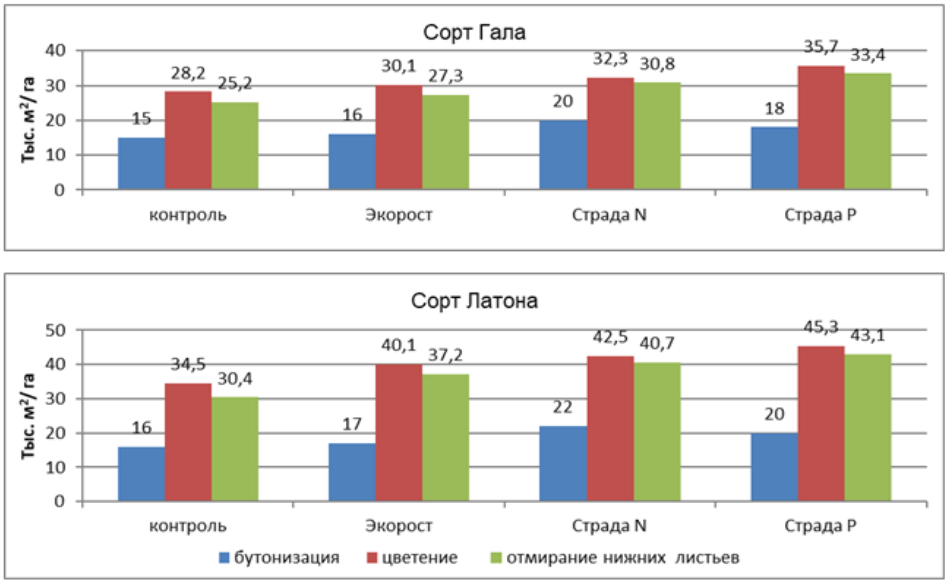
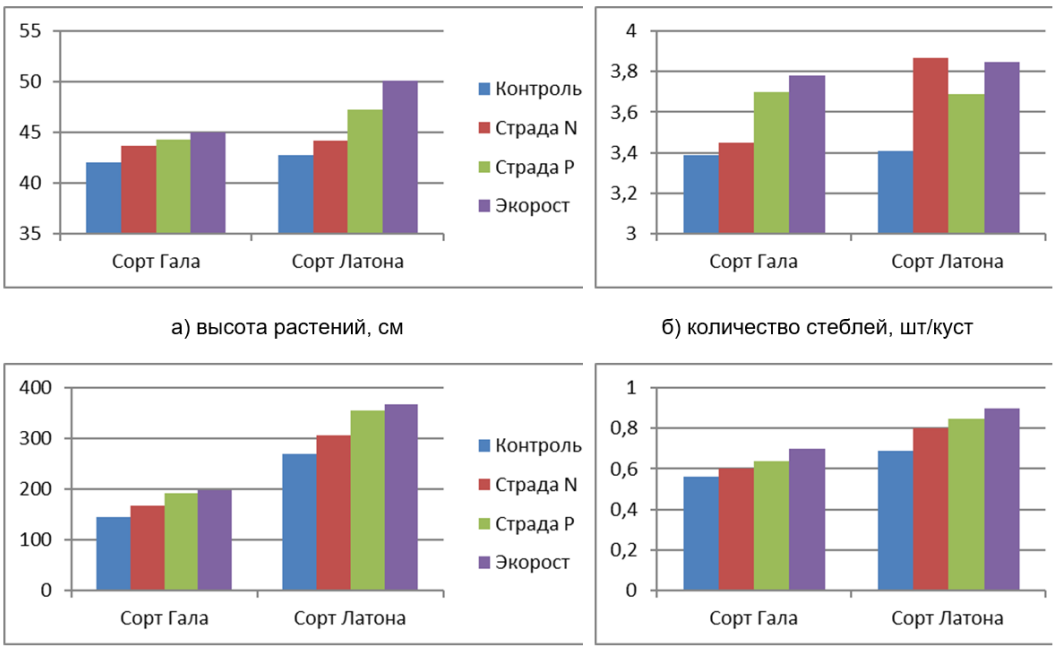


Рис. 1 – Нарастание площади листьев по вариантам опыта (в среднем за 2017-2019 гг.)

В нашей зоне максимальное накопление площади листьев у ранних сортов картофеля наблюдается в конце июля-начале августа, после чего листья начинают отмирать, что отражается на снижении площади ассимиляционной поверхности. Из данных рисунка 1 видно, что темпы нарастания площади листовой поверхности отличались по вариантам опыта. Комплексные микроудобрения приводили к более быстрому нарастанию площади листьев по сравнению с гуминовым препаратом, однако между ними также выявились различия. Так, в фазу бутонизации максимальная площадь листьев отмечалась в варианте с применением микроудобрения Страда N, превысив контрольные показатели на 6 тыс. м²/га. Однако в фазу цветения наибольшее значение данного показателя отмечено в варианте с применением препарата Страда Р – на 10,8 м²/га выше, чем в контрольном варианте. Такой результат вполне объясним различием в составе микроудобрений: преобладающим элементом в составе препарата Страда N является азот, который и вызывает более активный рост вегетативной массы в первые фазы роста картофеля. В комплексе питательных элементов препарата Страда Р преобладает фосфор, потребность в котором выходит на первый план во вторую половину вегетации растений картофеля. Следует, однако, отметить замедление скорости отмирания листьев в варианте с применением микроудобрения Страда N, что отразилось на темпах снижения площади листьев к середине августа. Снижение площади листовой поверхности в фазу начала отмирания листьев по отношению к фазе цветения у двух сортов картофеля в этом варианте составило 3,7-4,2 %, в то время как в варианте с применением препара-

та Страда Р – 4,8-9,2 %. Вероятно, это связано с продлением периода вегетации под действием азота, преобладающего в составе препарата Страда N.

Продуктивность картофеля имеет прямую взаимосвязь с развитием надземной массы растений. Как известно, наибольшая масса надземной части растения отмечается в период цветения картофеля. Поэтому определение биометрических параметров картофеля именно в этот период позволяет нам судить о величине будущего урожая клубней. На рисунке 2 приведены данные биометрических параметров картофеля в период цветения в зависимости от применения комплексных удобрений с микроэлементами и гуминового препарата.



а) высота растений, см

б) количество стеблей, шт/куст

Рис. 2 – Биометрические параметры развития растений картофеля по вариантам опыта (фаза цветения), 2017-2019 гг.

Как следует из приведенных данных рисунка 2, условия питания оказывают существенное влияние на биометрические параметры развития растений картофеля. Во всех опытных вариантах произошло увеличение по отношению к контролю высоты растений на 0,7-3,0 см у сорта Гала, и на 1,4-7,3 см у сорта Латона. Количество основных стеблей увеличилось на 0,06-0,39 шт. у сорта Гала и на 0,04-0,44 шт. у сорта Латона. Увеличение количества стеблей закономерно привело к увеличению массы листьев с куста на 22,0-52,0 г и на 37,7-98,6 г, соответственно, по сортам Гала и Латона. Это в свою очередь отразилось на росте ассимиляционной поверхности: площадь листьев в вариантах с применением препаратов выше по сравнению с контролем на 0,4-1,4 м² и на 0,11-0,21 м², по сортам Гала и Латона, соответственно.

Рост и развитие ассимиляционной поверхности находится в прямой взаимосвязи с накоплением массы клубней. При этом важное практическое значение имеет соотношение массы надземной и подземной частей растения картофеля, так как от этого зависит рентабельность производства картофеля (табл. 2).

Таблица 2 – Соотношение надземной и подземной массы растений картофеля по вариантам опыта (фаза начала отмирания ботвы),2017-2019 гг.

Вариант опыта	Масса ботвы, кг/м² площади посадки	Масса клубней, кг/м² площади посадки	Отношение массы клубней к массе ботвы
Сорт Гала			
Контроль	1,168	2,159	1,85
Экорост	1,388	2,444	1,84
Страда N	1,533	2,805	1,83
Страда Р	1,595	2,957	1,85
Сорт Латона			
Контроль	2,137	2,286	1,07
Экорост	2,465	2,558	1,04
Страда N	2,782	2,761	0,99
Страда Р	2,896	3,127	1,08

Как видим из таблицы 2, изменение массы клубней по вариантам опыта имеет ту же закономерность, что и массы надземной части растений: во всех опытных вариантах масса клубней превышает контрольные показатели на 0,285-0,798 и на 0,272-0,841 кг на м2 площади посадки по сортам Гала и Латона, соответственно. При этом наибольшая масса ботвы и клубней обоих сортов отмечается при применении препарата Страда Р. В этом же варианте отмечено оптимальное соотношение массы клубней и ботвы. Сказанное хорошо иллюстрируется рисунком 3 на примере сорта Латона.

Рис. 3 – Растения картофеля сорта Латона (фаза начала отмирания нижних листьев)

Заключение

Таким образом, экспериментально доказано положительное действие некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуминовым препаратом на динамику изменения таких биометрических параметров картофеля, как высота растения, количество стеблей, масса и площадь листьев, масса клубней. Лучшим вариантом из исследованных является применение препарата Страда Р: растения этого варианта имели наибольшие высоту и количество стеблей, формировали более мощный ассимиляционный аппарат и накапливали большую массу клубней с оптимальным соотношением массы надземной и подземной частей.

Список литературы

1. Морозов, С.А. Пути повышения эффективности производства и хранения картофеля/ С.А.Морозов, О.В. Платонова, С.Н. Афиногенова // Вестник РГАТУ. – 2018. - №2. - С.33-36. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19960516

2. Платонова, О.В. Анализ состояния производства картофеля в Рязанской области в 2019 г. [Электронный ресурс] / О.В. Платонова// Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева. - 2020. - №1 (10). - С.232-236. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42990528

3. Савина, О.В. Научное обоснование, разработка и внедрение новых приемов в технологии производства и хранения картофеля, предназначенного для промышленной переработки и продовольственных целей: автореф. дис….. докт. с.-х. наук [Текст] / Российский государственный аграрный университет. Москва, 2009 – 39 с. URL: https://new-disser.ru›_avtoreferats/01004696206.pdf

4. Савина, О.В. 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. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584077

5. Платонова, О.В. Урожайность и качество картофеля в зависимости от фона минерального питания, доз навоза и запашки соломы, как мелиоранта, в условиях южной части центрального региона России :дис. …канд.с.-х. наук/ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства. Рязань, 2009 .- с. 166. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19217176

6. Савина, О.В. Современные подходы к созданию биологизированной системы защиты растений при выращивании и хранении сельскохозяйственных культур/ О.В.Савина, И.С. Питюрина / Сб.: Преступление, наказание, исправление: Материалы IV Международного пенитенциарного форума.- Рязань: Изд-во Академии ФСИН России, 2019. - С. 204-208. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584077

7. Костин, Я.В. Агроэкологическая оценка систем удобрений под картофель / Я.В. Костин, Г.Н. Фадькин, С.А. Пчелинцева // Сб.: Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. - 140-146с.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23395672

8. Крючков, М.М. Картофель в условиях Рязанской области / М.М. Крючков // Сб.: Научно-практические аспекты инновационных технологий воз-

делывания и переработки картофеля: Материалы междунар. науч.-практ. конф. - Рязань, Изд-во РГАТУ. - 2015. - с.146-151. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23392161

9.Vinogradov D. V., Makarova M. P., Kryuchkov M. M 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.–2020.– Vol.624.– 012077 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44069245

10. Vinogradov D V ,Vysotskaya E A , Naumtseva K V and Lupova E I 2020 Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis. Materials of the 6th International Conference «AgriproductsProcessing and Farming» Voronezh 012014 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42320276

11. Churilov G I, Pollishchuk S D, Kutskir M V, Churilov D G and Borychev S N 2015 Activators of Biochemical and Physiological Processes in Plants Based on Fine Humic Acids. Materials of the 3rd International Youth Conference «Interdisciplinary Problems of Nanotechnology, Biomedicine and Nanotoxicology» Tambov 012040. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27097231

12. Suh, H.Y., Yoo K.S. &Suh S.G. Tuber growth and quality of potato (Solanumtuberosum L.) as affected by foliar or soil application of fulvic and humic acids // Hor -ticulture, nvironment, and Biotechnology. – 2014. –V. 55. –No. 3. –P. 183-189. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41528798

13. Andreev K., Terentyev V., Shemyakin A. Technological process of application of mineral fertilizers by self-loading machine//XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.–2019.– Vol. 403. .– P. 1-7 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43232700

14. Митрофанов, С.В. Эффективность использования гуминовых удобрений и биопрепаратов при предпосевной обработке семян ячменя ярового / С.В. Митрофанов, Н.А. Кузьмин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. - 2016. - №3. - С.18-22. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30046044

15. Петрухин, А.С. Эффективность использования регуляторов роста и биогумуса при выращивании картофеля / А.С. Петрухин // Плодоводство и ягодоводство России: сборник научных трудов. - 2015. - Т.43. - С.333-337. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25136949

16. Кондратенко, Е.П. Биостимулирующие и физико-химические свойства гумата натрия / Е.П. Кондратенко, А.С. Сухих, Н.В. Вербицкая // Химия растительного сырья. - 2016. - №3. - С.109-118.URL:https://cyberleninka.ru/article/n/biostimuliruyuschie-i-fiziko-himicheskie-svoystva-gumata-natriya

17. Гармаш, Г.А. Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш, А.В. Берестов // Агрохимический вестник. - 2013. - №2. - С.11-13. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gumatizirovannye-udobreniya-i-ih-effektivnost

18. Кузмин, Н.А. Влияние жидких комплексных микроудобрений на урожайность и качество клубней картофеля /Кузьмин Н.А., Сандин В.Г.// Сб.: Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: Материалы Международной научно-практической конференции. - Рязань: Изд-во «Некоммерческое партнерство «Рязанский аграрный научно-исследовательский университетский комплекс», 2015. - С. 164-169. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23395680

19. Левин, В.И. Влияние регуляторов роста и биогумуса на показатели качества картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2016. - №1 (9). - С.53-60.URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=29450984

20. Левин, В.И. Влияние регуляторов роста и биогумуса на продуктивность картофеля /В.И. Левин, А.С. Петрухин// Главный агроном - 2016. - №9. - С. 37- 40. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25391758

THE EFFECT OF TOPDRESSING WITH INTEGRATED FERTILIZERS AND HUMATE ON BIOMETRIC PARAMETERS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF POTATO PLANTS

***Savina Olga V.**, Doctor of Agricultural Science, Full Professor, Professor of the Department of Marketing and Merchandizing, savina-999@mail.ru*

***Afinogenova Svetlana N.,** Postgraduate Student, the Department of Public Catering Technology, assaura8@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

***Problem and purpose.** Currently, when growing potatoes, there is a negative tendency, which consists in the use of increased doses of mineral fertilizers while reducing the introduction of organic matter. Complex micronutrient fertilizers and humic preparations can become an alternative to traditional mineral fertilizers. The purpose of the work is to study the effect of topdressing with complex micronutrient fertilizers and a humic preparation on biometric parameters of growth and development of potatoes.*

***Methodology.** The research was carried out on two varieties of early maturing potatoes - Gala and Latona. For topdressing, micronutrient fertilizers Strada N, Strada R and humic preparation Ekorost were used. Potatoes were grown in 2017-2019. in the educational farm of RSATU on gray forest soil. Experimental options were as it follows: 1) control - without vegetative treatment; 2) treatment with humate Ekorost at a dose of 0.2-0.4 l/ha; 3) treatment with micronutrient Strada N at a dose of 3-5 l/ha; 4) treatment with micronutrient Strada R*

at a dose of 3-5 l / ha. The treatment was carried out twice - when full shoots appeared and 14 days after the first treatment. The rest of the elements of agricultural cultivation did not differ in variants and were generally accepted for the zone. The determination of biometric parameters of potatoes was carried out according to the method of VNIIKH (1967) in three terms: in the phase of budding, flowering phase and the beginning of top withering away.

Results. *The positive effect of topdressing with complex micronutrients and a humic preparation on the dynamics of changes in such biometric parameters of potatoes as the plant height, number of stems, mass and area of leaves, mass of tubers has been experimentally proved.*

Conclusion. T*he most effective variant is topdressing with Strada R micronutrient, the use of which improves the conditions for plant development, accelerating the growth of the assimilation apparatus, which ultimately affects the productivity of potatoes.*

Key words: *potatoes, complex micronutrients, humic preparation, topdressing, biometric parameters.*

Literatura

1.Platonova, S.N. Afinogenova // Vestnik RGATU. – 2018. - №2. - S.33-36. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19960516

2. Platonova, O.V. Analiz sostoyaniya proizvodstva kartofelya v Ryazanskoj oblasti v 2019 g. [Elektronnyj resurs] / O.V. Platonova// Vestnik Soveta molodyh uchenyh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A.Kostycheva. - 2020. - №1 (10). - S.232-236. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42990528

3. Savina, O.V. Nauchnoe obosnovanie, razrabotka i vnedrenie novyh priemov v tekhnologii proizvodstva i hraneniya kartofelya, prednaznachennogo dlya promyshlennoj pererabotki i prodovol'stvennyh celej: avtoref. dis….. dokt. s.-h. nauk [Tekst] / Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Moskva, 2009 – 39 s. URL: https://new-disser.ru›_avtoreferats/01004696206.pdf

4. Savina, O.V. Organicheskie udobreniya kak faktor povysheniya plodorodiya pochvy i effektivnosti rastenievodstva [Tekst] / O.V. Savina, V.A. Makarov, O.V. Makarova, Gasparyan S.V.// Vestnik RGATU. - 2019.-№4. – S. 53-59. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584077

5. Platonova, O.V. Urozhajnost' i kachestvo kartofelya v zavisimosti ot fona mineral'nogo pitaniya, doz navoza i zapashki solomy, kak melioranta, v usloviyah yuzhnoj chasti central'nogo regiona Rossii :dis. … kand.s.-h. nauk/ Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut kartofel'nogo hozyajstva. Ryazan', 2009 .- s. 166. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19217176

6. Savina, O.V. Sovremennye podhody k sozdaniyu biologizirovannoj sistemy zashchity rastenij pri vyrashchivanii i hranenii sel'skohozyajstvennyh kul'tur/ O.V.Savina, I.S. Pityurina / Sb.: Prestuplenie, nakazanie, ispravlenie: Materialy IV Mezhdunarodnogo penitenciarnogo foruma.- Ryazan': Izd-vo Akademii FSIN Rossii, 2019. - S. 204-208. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584077

7. Kostin, YA.V. Agroekologicheskaya ocenka sistem udobrenij pod kartofel' / YA.V. Kostin, G.N. Fad'kin, S.A. Pchelinceva // Sb.: Nauchno-prakticheskie aspekty innovacionnyh tekhnologij vozdelyvaniya i pererabotki kartofelya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - Ryazan': Izd-vo RGATU, 2015. - 140-146s.URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23395672

8. Kryuchkov, M.M. Kartofel' v usloviyah Ryazanskoj oblasti / M.M. Kryuchkov // Sb.: Nauchno-prakticheskie aspekty innovacionnyh tekhnologij vozdelyvaniya i pererabotki kartofelya: Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - Ryazan', Izd-vo RGATU. - 2015. - s.146-151. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23392161

9.Vinogradov D. V., Makarova M. P., Kryuchkov M. M 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.–2020.– Vol.624.– 012077 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44069245

10. Vinogradov D V ,Vysotskaya E A , Naumtseva K V and Lupova E I 2020 Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis. Materials of the 6th International Conference «AgriproductsProcessing and Farming» Voronezh 012014 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42320276

11. Churilov G I, Pollishchuk S D, Kutskir M V, Churilov D G and Borychev S N 2015 Activators of Biochemical and Physiological Processes in Plants Based on Fine Humic Acids. Materials of the 3rd International Youth Conference «Interdisciplinary Problems of Nanotechnology, Biomedicine and Nanotoxicology» Tambov 012040. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27097231

12. Suh, H.Y., Yoo K.S. &Suh S.G. Tuber growth and quality of potato (Solanumtuberosum L.) as affected by foliar or soil application of fulvic and humic acids // Hor -ticulture, nvironment, and Biotechnology. – 2014. –V. 55. –No. 3. –P. 183-189. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41528798

13. Andreev K., Terentyev V., Shemyakin A. Technological process of application of mineral fertilizers by self-loading machine//XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.–2019.– Vol. 403. .– P. 1-7 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43232700

14. Mitrofanov, S.V. Effektivnost' ispol'zovaniya guminovyh udobrenij i biopreparatov pri predposevnoj obrabotke semyan yachmenya yarovogo / S.V. Mitrofanov, N.A. Kuz'min // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta. - 2016. - №3. - S.18-22. URL: https://elibrary.ru/item.

asp?id=30046044

15. Petruhin, A.S. Effektivnost' ispol'zovaniya regulyatorov rosta i biogumusa pri vyrashchivanii kartofelya / A.S. Petruhin // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii: sbornik nauchnyh trudov. - 2015. - T.43. - S.333-337. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25136949

16. Kondratenko, E.P. Biostimuliruyushchie i fiziko-himicheskie svojstva gumata natriya / E.P. Kondratenko, A.S. Suhih, N.V. Verbickaya // Himiya rastitel'nogo syr'ya. - 2016. - №3. - S.109-118.URL:https://cyberleninka.ru/article/n/biostimuliruyuschie-i-fiziko-himicheskie-svoystva-gumata-natriya

17. Garmash, G.A. Gumatizirovannye udobreniya i ih effektivnost' / G.A. Garmash, N.YU. Garmash, A.V. Berestov // Agrohimicheskij vestnik. - 2013. - №2. - S.11-13. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gumatizirovannye-udobreniya-i-ih-effektivnost

18. Kuzmin, N.A. Vliyanie zhidkih kompleksnyh mikroudobrenij na urozhajnost' i kachestvo klubnej kartofelya /Kuz'min N.A., Sandin V.G.// Sb.: Nauchno-prakticheskie aspekty innovacionnyh tekhnologij vozdelyvaniya i pererabotki kartofelya: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Ryazan': Izd-vo «Nekommercheskoe partnerstvo «Ryazanskij agrarnyj nauchno-issledovatel'skij universitetskij kompleks», 2015. - S. 164-169. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23395680

19. Levin, V.I. Vliyanie regulyatorov rosta i biogumusa na pokazateli kachestva kartofelya / V.I. Levin, A.S. Petruhin // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. - 2016. - №1 (9). - S.53-60.URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=29450984

20. Levin, V.I. Vliyanie regulyatorov rosta i biogumusa na produktivnost' kartofelya /V.I. Levin, A.S. Petruhin// Glavnyj agronom - 2016. - №9. - S. 37- 40. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25391758

УДК 636.74.044.7 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.010***

ПРОФИЛАКТИКА ИММУНОДЕФИЦИТА ОРГАНИЗМА СЛУЖЕБНЫХ СОБАК КОМПЛЕКСНЫМИ БИОПРЕПАРАТАМИ

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

ИШТУДОВ Алексей Александрович, *аспирант кафедры морфологии, акушерства и терапии, ishtudov@inbox.ru*

НИКИТИН Дмитрий Анатольевич, *д-р вет. наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии, nikitin_d_a@mail.ru*

АЛЕКСЕЕВ Валериан Алексеевич, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры общей и частной зоотехнии, valerianalekseeff@yandex.ru*

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

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

Цель работы *– изучение морфофизиологического профиля и неспецифических защитных сил организма служебных собак в условиях кинологического центра на фоне профилактики иммунодефицита биопрепаратами Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E.*

Методология. *Исследовательская работа проведена в условиях центра кинологической службы МВД и ветеринарной клиники «Айболит» г. Чебоксары на протяжении 2016-2020 гг. Для проведения научно-исследовательской работы подобрали три группы собак одной породы двухмесячного возраста по 5 особей в каждой (контрольная, 1-я и 2-я опытные). С целью профилактики иммунодефицита организма собакам опытных групп выполнили двукратное внутримышечное инъецирование биопрепаратов Prevention-N-E (1-я опытная) и Dog-Stim-N-B (2-я опытная) в дозе 0,1 мл на 1 кг живой массы.*

Результаты. *Двукратная внутримышечная инъекция служебным собакам 1-й и 2-й опытных групп биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E на 61-63 и 68-69 сутки после рождения повышала концентрацию гемоглобина в крови по сравнению с контролем на 2,0-5,0 и 4,0-15,0 г/л, количество крас-*

© Семенов В. Г., Иштудов А. А., Никитин Д. А., Алексеев В. А., Тихонов А. С., 2021 г.

ных кровяных телец – на 1,09 и 1,10×10^{12}/л, уровень общего белка – на 2,8-5,4 и 2,8-8,2 г/л, в том числе альбуминов – на 2,5-3,4 и 3,3-4,3 г/л, а γ-глобулинов – на 0,8-2,4 и 0,3-2,9 г/л. Кроме того, биопрепараты способствовали активизации клеточного и гуморального звеньев неспецифической устойчивости организма.

Заключение. *Разработанные биопрепараты Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E стимулируют гемопоэз, развивают физиологическую эозинофилию, нейтрофилопению со сдвигом ядра вправо и лимфоцитоз, активизируют обмен белка, синтез альбуминов и γ-глобулинов, повышают активность клеточных и гуморальных факторов неспецифической резистентности организма.*

Ключевые слова: *собаки немецкой породы, биопрепарат Dog-Stim-N-B, кровь, неспецифическая резистентность.*

Введение

В настоящее время собак разных пород используют для служебных целей в силовых структурах как нашей страны, так и всего мира, поэтому возникает необходимость обеспечения их здоровья при повышенных физических и эмоциональных нагрузках. Чрезмерные психоэмоциональные и физические нагрузки в периоды дрессировки и практической деятельности служебных собак, провоцируя стресс, нередко оказывают отрицательное влияние на результаты работы кинологического расчета [1]. Длительное напряжение анализаторных систем может привести к переутомлению животных, снижению их работоспособности и эффективности выполнения поставленных задач. В связи с этим остро стоит вопрос сохранения адаптационного потенциала служебных собак при прессинге стресс-факторов, таких как изменение рациона питания, транспортировка и т.д. [2]. Поиск путей и способов поддержания организма собак в оптимальном физиологическом состоянии при выполнении служебных задач является актуальным. Есть литературные данные о положительных результатах применения биологически активных добавок на работоспособность и здоровье служебных собак [3, 4, 5].

Причем в реализации биоресурсного потенциала организма собак особый интерес представляет применение иммуномодуляторов одновременно с антибактериальными препаратами [6-12, 13]. При таком сочетанном способе применения проявляется двойной эффект: иммуномодулятор повышает иммунологическую реактивность организма, активизируя фагоцитоз, а препарат с антибактериальным действием тормозит функциональную способность возбудителя, повышая его чувствительность к фагоцитозу и, как следствие, повышается клинический эффект [14, 15]. В свете изложенного нами разработаны и предложены комплексные биопрепараты Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E [16, 17, 18].

Цель настоящей работы

Нашей работой предусматривалось изучение морфофизиологического профиля и неспецифических защитных сил организма служебных собак в условиях кинологического центра на фоне профилактики иммунодефицита биопрепаратами Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E.

Материал и методы

Научно-практическая работа проведена в условиях центра кинологической службы МВД и ветеринарной клиники «Айболит» г. Чебоксары на протяжении 2016-2020 гг., а полученные в ходе исследований материалы обрабатывались на сертифицированном оборудовании лабораторий кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашского государственного аграрного университета.

Объектом изучения были собаки породы немецкая овчарка, а материалом для исследования – кровь.

С целью изучения влияния биопрепаратов на организм служебных собак при организации научно-хозяйственного опыта сформировали три группы собак одной породы в возрасте двух месяцев по 5 особей в каждой (контрольная, 1-я и 2-я опытные). Гигиена содержания в вольерах и ухода за животными всех подопытных групп была идентичной. Кормили собак полнорационными сбалансированными кормами премиум класса компании Royal Canin с учетом потребности их организма в разные периоды онтогенеза в энергии и питательных веществах, витаминах, макро- и микроэлементах.

Схема научно-хозяйственного опыта наглядно приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество собак	Схема применения препарата			
		Наименование препарата	Доза препарата	Способ введения	Сроки введения
Контрольная	5	–	–	–	–
1-я опытная	5	Prevention-N-E	0,1 мл/кг живой массы	внутримышечно	двукратно на 61-63 и 68-69 сутки после рождения
2-я опытная	5	Dog-Stim-N-B			

Prevention-N-E – биостимулятор, предназначен для повышения резистентности организма и предупреждения заболеваний животных, в виде водной суспензии saccharomyces cerevisiae, иммобилизированных в геле агаровом с включением производного бензимидазола и препарата группы макролидов. На препарат получен патент РФ № 2602687, зарегистрированный в Госреестре изобретений 26.10.2016 г.

Dog-Stim-N-B – биостимулятор, применяется для стимулирования защитных сил организма и повышения работоспособности служебных собак, а также профилактики заболеваний незаразной этиологии, в виде суспензии агара и полисахаридного комплекса дрожжевых клеток, с включением производного бензимидазола и препаратов групп пенициллинов и аминогликозидов. На препарат получен патент РФ № 2737399, зарегистрированный в Госреестре изобретений 30.11.2020 г.

Результаты

Показатели клинико-физиологического статуса животных всех групп представлены в таблице 2 в динамике.

Таблица 2 – Клинический статус собак

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
в начале опыта			
Температура, °С	38,8±0,12	38,7±0,09	38,8±,008
Частота пульса, колеб./мин	94±2,84	92±2,57	95±2,74
Частота дыхания, дв./мин.	24±0,78	27±0,68	25±0,75
в конце опыта			
Температура, °С	38,7±0,07	39,0±0,08	38,9±0,09
Частота пульса, колеб./мин	97±2,78	95±2,73	98±2,15
Частота дыхания, дв./мин.	25±0,69	27±0,65	29±0,58

Из представленных в таблице 2 данных видно, что отклонений клинико-физиологических показателей при применении биопрепаратов не обнаружено: температура, пульс и дыхание были в рамках диапазона границ физиологических норм.

Динамика гематологических показателей служебных собак подопытных групп наглядно отражена в табл. 3.

Таблица 3 – Гематологический профиль собак в динамике

Группа	Возраст,сут.	Количество эритроцитов, $\times 10^{12}$/л	Концентрация гемоглобина,г/л	Количество лейкоцитов, $\times 10^{9}$/л
Контрольная	60	6,50±0,23	127±2,43	9,18±0,27
	120	6,54±0,27	129±2,33	7,37±0,36
	180	6,58±0,19	130±2,37	6,83±0,32
	240	6,60±0,25	131±2,21	7,14±0,35
	300	6,61±0,23	132±2,51	6,90±0,26
1-я опытная	60	6,96±0,17	129±2,62	9,12±0,24
	120	7,10±0,26*	131±2,35**	7,69±0,32
	180	7,13±0,22*	132±2,63*	7,51±0,34
	240	7,47±0,24*	134±2,48*	7,61±0,39
	300	7,70±0,20*	137±2,69**	7,42±0,24
2-я опытная	60	7,30±0,21	130±2,56	9,18±0,25
	120	7,37±0,26	136±2,36*	7,77±0,33
	180	7,27±0,26	134±2,40*	7,43±0,29
	240	7,40±0,19	139±2,11*	7,51±0,38
	300	7,71±0,22*	147±2,40*	7,26±0,32

* – P<0,05, ** – P<0,01

Установлено, что двукратная внутримышечная инъекция служебным собакам биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E способствовала повышению концентрации гемоглобина. Так, в возрасте 120 суток концентрация гемоглобина в крови собак 1-й и 2-й опытных групп была выше контрольных величин соответственно на 2,0 и 7,0 г/л, в возрасте 180 суток – на 2,0 и 4,0 г/л, 240 суток – на 3,0 и 8,0 г/л а в 300-суточном возрасте – на 5,0 и 15,0 г/л (P<0,05-0,01). Аналогичная закономерность выявлена и в динамике количества эритроцитов. Так, к завершению научно-практи-

ческого опыта служебные собаки как 1-й, так и 2-й опытных групп превосходили по количеству эритроцитов в крови сверстников в контроле на 1,09 и $1,10\times10^{12}$/л (P<0,05). Следовательно, апробированные нами биопрепараты активизировали гемопоэз в организме служебных собак.

Динамика гранулоцитов и агранулоцитов в крови собак подопытных групп представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Лейкограмма крови собак

Группа	Возраст, сут.	Группа и вид лейкоцитов						
		гранулоциты, %					агранулоциты, %	
		базофилы	эозинофилы	нейтрофилы				
				юные	палочкоядерные	сегментоядерные	лимфоциты	моноциты
Контрольная	60	2,2±0,20	4,7 ±0,24	5,1±0,2	7,4±1,03	37,2±1,93	31,6±1,60	8,9±0,58
	120	2,8±0,37	4,4±0,24	4,6±0,24	6,4±1,12	39,6±1,25	30,6±1,66	9,6±0,51
	180	3,1±0,37	4,3±0,49	4,7±0,37	5,8±1,67	55,5±1,16	28,4±1,54	9,7±0,40
	240	3,2±0,37	4,4±0,20	3,9±0,20	4,9±1,58	58,4±1,17	23,6±1,63	10,8±0,49
	300	3,2±0,51	4,9±0,24	2,4±0,40	4,7±1,59	60,1±1,08	16,4±1,57	11,6±0,51
1 опытная	60	2,1±0,00	5,7±0,20	4,0±0,51	8,4±0,86	40,2±1,98	30,4±1,96	10,0±0,75
	120	2,2±0,20	5,5±0,32	3,2±0,20	7,4±1,57	47,0±1,22	28,0±1,30**	9,2±0,37
	180	1,4±0,24	5,1±0,37	3,2±0,40	5,4±1,47	59,3±1,21	23,4±1,63**	9,8±0,55
	240	1,6±0,40	5,2±0,37*	2,9±0,20	3,4±1,56	59,8±0,86*	21,0±1,30*	8,4±0,51
	300	1,4±0,37	5,2±0,37*	1,9±0,20	1,4±1,25	64,8±1,11*	20,2±1,16*	6,8±0,81
2 опытная	60	2,0±0,20	5,1±0,24	4,1±0,24	8,5 ±0,80	40,1±2,06	30,0±1,76	10,1±0,32
	120	2,4±0,40	5,2±0,37	3,4±0,24	6,6±1,60	47,4±1,12	29,4±1,03**	9,6±0,75
	180	2,3±0,20	5,1±0,24	3,1±0,24	5,3±1,48	49,5±1,17	24,6±1,57*	8,1±0,58
	240	2,4±0,40	5,1±0,49*	2,9±0,20	3,4±1,69	57,6±1,03	20,8±1,53*	8,6±0,40
	300	1,7±0,24	5,6±0,49*	1,9±0,20	1,3±0,58	65,7±0,80	21,0±0,84	7,1±0,37

* – P<0,05; ** – P<0,01

При анализе стресс-тестирующего показателя – количества эозинофилов в периферической крови, выявлена относительная эозинофилия после внутримышечного введения биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E, следовательно они оказывали антистрессовую реакцию на организм во время дрессировки собак в условиях кинологического центра.

Если рассматривать нейтрофилы в динамике и по стадиям их развития, следует отметить, что в крови служебных собак опытных групп преобладали более зрелые формы этих гранулоцитов. Так, животные 1-й и 2-й опытных групп превосходили сверстников в контроле по уровню сегментоядерных нейтрофилов на 300-е сутки исследований на 4,7 и 5,6 % (P<0,05). Выявленные изменения в развитии нейтрофилов, а именно, ядерный сдвиг вправо, свидетельствуют об активизации клеточного звена неспецифической устойчивости организма собак.

Нами установлено достоверное повышение количества лимфоцитов в периферической крови 300-суточных служебных собак 1-й и 2-й опытных групп на 3,8 и 4,9 % по сравнению с контролем, на фоне внутримышечной инъекции биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E, а в остальные сроки исследований, наоборот, эти агранулоциты превалировали в крови животных в контроле. Повышение продукции лимфоцитов органами кроветворения свидетельствует об активизации клеточных и гуморальных факторов резистентности организма собак на фоне иммунопрофилактики.

В характере изменений количества моноцитов в крови служебных собак не выявлено определенной закономерности, а разница в пределах сопоставляемых групп оказалась недостоверной.

Таблица 5 – Спектр белка в сыворотке крови собак в динамике

Группа	Возраст, сут.	Концентрация общего белка, г/л	Уровень фракций белка, г/л				
			альбумины	глобулины	α-глобулины	β-глобулины	γ-глобулины
контрольная	60	58,8 ± 1,30	49,5 ± 0,81	9,3 ± 1,57	1,5 ± 1,22	1,2 ± 0,65	6,6 ± 0,87
	120	59,0 ± 1,11	49,0 ± 0,96	10,0 ± 1,92	1,9 ± 0,73	1,6 ± 0,91	6,5 ± 0,75
	180	59,4 ± 1,15	49,1 ± 0,97	10,3 ± 1,71	1,9 ± 0,63	1,1 ± 0,89	7,3 ± 0,71
	240	59,5 ± 1,19	49,7 ± 0,98	9,8 ± 1,64	1,1 ± 0,86	1,5 ± 0,94	7,2 ± 0,62
	300	59,7 ± 1,17	49,7 ± 1,03	10,0 ± 1,69	1,5 ± 1,14	1,1 ± 0,91	7,4 ± 0,64

Продолжение таблицы 5

1 опытная	60	58,4 ± 1,31	48,5 ± 0,93	9,9 ± 1,68	1,4 ± 1,21	1,6 ± 0,879	6,9 ± 0,70
	120	61,8 ± 1,23*	51,8 ± 0,87*	10,0 ± 1,31	1,3 ± 0,93	1,4 ± 0,64	7,3 ± 0,73**
	180	63,0 ± 1,29*	51,6 ± 0,91*	11,4 ± 1,17	1,2 ± 0,57	1,2 ± 0,66	9,0 ± 0,69**
	240	64,0 ± 1,25*	52,1 ± 0,90*	11,9 ± 1,23	1,4 ± 0,81	1,1 ± 0,67	9,4 ± 0,82*
	300	65,1 ± 1,21**	53,1 ± 0,87*	12,0 ± 1,18	1,1 ± 0,77	1,1 ± 0,71	9,8 ± 0,91*
2 опытная	60	58,1 ± 1,43	48,7 ± 0,87	9,4 ± 1,49	1,7 ± 0,82	1,1 ± 0,95	6,6 ± 0,73
	120	61,8 ± 1,12*	52,4 ± 0,95*	9,4 ± 1,90	1,2 ± 1,34	1,4 ± 1,19	6,8 ± 0,70*
	180	65,0 ± 1,01*	52,6 ± 1,01*	12,4 ± 1,87	1,7 ± 1,24	1,6 ± 1,23	9,1 ± 0,76**
	240	65,6 ± 1,16	53,0 ± 1,02*	12,6 ± 2,15	1,9 ± 1,35	1,1 ± 1,47	9,6 ± 0,64*
	300	67,9 ± 1,12**	54,0 ± 1,03*	13,9 ± 2,04	1,9 ± 1,27	1,7 ± 1,14	10,3 ± 0,59**

* – P<0,05; ** – P<0,01

Концентрация общего белка в сыворотке крови служебных собак подопытных групп в начале опыта существенно не варьировала и была практически одинаковой: в контрольной группе – 58,8± 1,30 г/л, 1-й опытной – 58,4±1,31 г/л и во 2-й опытной – 58,1±1,43 г/л. Однако в процессе эксперимента ее уровень был выше в сыворотке крови собак 1-й и 2-й опытных групп: у 120-суточных – на 2,8 и 2,8 г/л, 180-суточных – на 3,6 и 5,6 г/л, 240-суточных – на 4,5 и 6,1 г/л, 300-суточных – на 5,4 и 8,2 г/л (P<0,05). Подобная закономерность прослеживалась и в динамике альбуминовой фракции сывороточного белка. Так, в возрасте 120 суток у животных 1-й и 2-й опытных групп концентрация альбуминовой фракции белка оказалась выше, чем у контрольных сверстников, на 2,8 и 3,4 г/л, 180 суток – на 2,5 и 3,5 г/л, 240 суток – на 2,4 и 3,3 г/л и 300 суток – на 3,4 и 4,3 г/л (P<0,05).

Среди показателей динамики α- и β-глобулиновых фракций белка сыворотки крови животных подопытных групп достоверной разницы выявлено не было.

Величина показателя концентрации γ-глобулиновой фракции белка в сыворотке крови собак 1-й и 2-й опытных групп достоверно превосходила контрольные значения в возрасте 120 суток на 0,8 и 0,3 г/л, 180 суток – на 1,7 и 1,8 г/л, 240 суток – на 2,2 и 2,4 г/л и 300 суток – на 2,4 и 2,9 г/л (P<0,05-0,01).

Повышение общего белка и его альбуминовой фракции в сыворотке крови служебных собак после внутримышечного введения биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E свидетельствует об активизации обмена белка в их организме и синтезе пластического материала для растущего организма, а увеличение γ-глобулиновой фракции белка – об активизации факторов гуморального звена неспецифической резистентности организма.

Динамика показателей резистентности организма собак породы немецкая овчарка контрольной и опытных групп представлена на рисунках 1- 4.

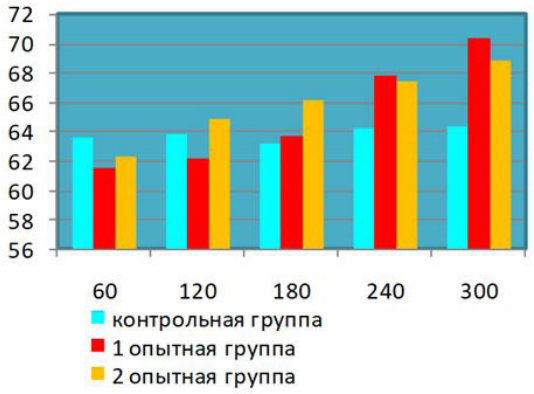


Рис. 1 – Фагоцитарная активность нейтрофилов

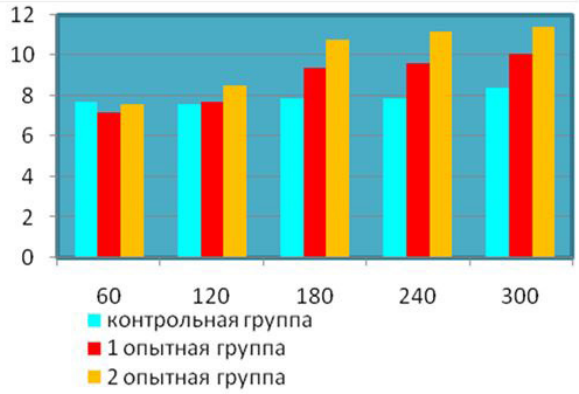


Рис. 2 – Фагоцитарный индекс

Выявлено достоверное повышение показателей фагоцитарной активности нейтрофилов и фагоцитарного индекса у животных 1-й и 2-й опытных групп на фоне внутримышечного инъецирования биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E, что свидетельствует о стимулирующем действии испытуемых препаратов на клеточные факторы неспецифической резистентности организма собак.

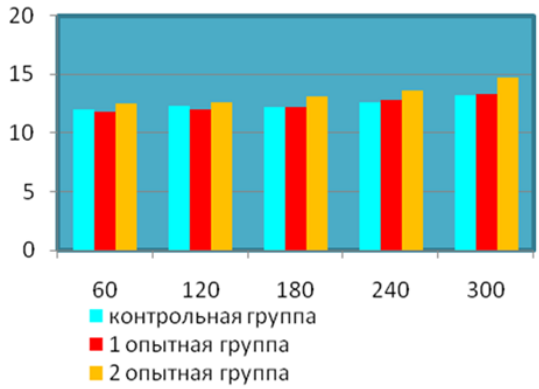


Рис. 3 – Динамика лизоцимной активности плазмы крови

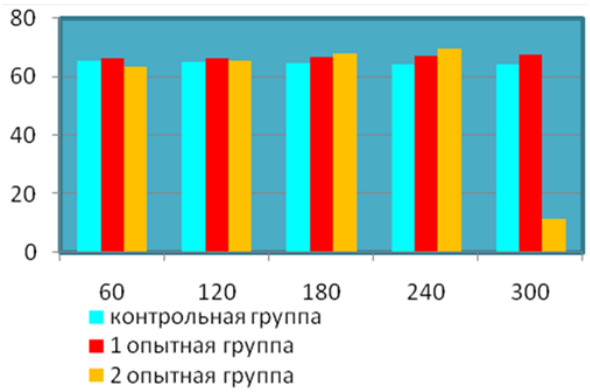


Рис. 4 – Динамика бактерицидной активности сыворотки крови

Также выявлено повышение лизоцимной активности плазмы и бактерицидной активности сыворотки крови собак на фоне внутримышечного инъецирования препаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E, что указывает на активизацию гуморального звена неспецифической устойчивости организма.

Таким образом, динамика иммунобиологического профиля крови служебных собак свидетельствует о том, что использование биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E способствует более быстрому выходу организма из стрессового состояния, снижению тревожности и агрессивности и повышению работоспособности. Следовательно, использование комплексных биопрепаратов является важным условием профилактики стресса и поддержания антистрессовых реакций организма, повышения устойчивости к высоким нагрузкам, которым подвергаются служебные собаки.

Выводы

Двукратная внутримышечная инъекция служебным собакам биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E на 61-63 и 68-69 сутки после рождения активизирует гемопоэз, вызывает физиологическую эозинофилию, нейтрофилопению со сдвигом нейтрофильного ядра вправо и лимфоцитоз, стимулирует обмен белка, синтез альбуминов и γ-глобулинов, повышает факторы неспецифической устойчивости организма.

Опыт использования биопрепаратов Dog-Stim-N-B и Prevention-N-E позволяет рекомендовать их для применения в служебной кинологии с целью профилактики стресса и обеспечения работоспособности собак в условиях повышенных рабочих нагрузок.

Список литературы

1. Яковенко, А.А. Опыт использования "Адаптовита" для поддержания работоспособности служебных собак / А.А. Яковенко, Т.С. Колмакова, А.В. Диденко // Селекционно-генетические и технологические аспекты производства продуктов животноводства, актуальные вопросы безопасности жизнедеятельности и медицины: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летнему юбилею биотехнологического факультета.- пос. Персиановский, 2019.- С. 196-200. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42580651

2. Яковенко, А.А. Влияние профессиональной нагрузки на функциональное состояние специалистов кинологов и служебных собак / А.А. Яковенко, Т.С. Колмакова, А.В. Диденко // Биосфера и человек: мат. междунар. конф.- Майкоп, 2019.- С. 442-444. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41418683

3. Yoon, D. Metabolic changes in serum metabolome of beagle dogs fed black ginseng / D. Yoon, Y.J. Kim, W.K. Lee, B.R. Choi, S.M. Oh, Y.S. Lee, … D.Y. Lee // Metabolites.- 2020.- 10 (12).- P. 1-10. DOI:10.3390/metabo10120517.

4. Perini, M.P. Duration of prebiotic intake is a key-factor for diet-induced modulation of immunity and fecal fermentation products in dogs /M.P. Perini, M.F. Rentas, R. Pedreira, A.R. Amaral, R.V.A. Zafalon, R.B.A. Rodrigues, ... M.A. Brunetto // Microorganisms.- 2020.- 8(12).- P. 1-13. DOI:10.3390/microorganisms8121916.

5. Calzetta, L. Immunoprophylaxis pharmacotherapy against canine leishmaniosis: A systematic review and meta-analysis on the efficacy of vaccines approved in european union /L. Calzetta, E. Pistocchini, B.L. Ritondo, P. Roncada, E. Palma, D. di Cave, ... D. Britti // Vaccine.- 2020.- 38(43).- P. 6695-6703. DOI:10.1016/j.vaccine.2020.08.051.

6. Baker, J. Body temperature responses during phases of work in human remains detection dogs undergoing a simulated deployment / J. Baker, M Dechant, E. Jenkins, ... K. Kelsey, E. Perry // Animals.- 2020.- 10(4).- 673. DOI: 10.3390/ani10040673

7. Ramos, B.S.N. Effects of resistance training on serum iron, total iron-binding capacity and transferrin saturation in police working dogs / B.S.N. Ramos, V.S. Moraes, R.M. Pinheiro, V.R.C. Souza, J.C. Alves, C.S. Coelho // Comparative Exercise Physiology.- 2019.- Volume 15, Issue 4.- P. 253-258. DOI: 10.3920/CEP190032

8. Olsen, M.R. A case for methodological overhaul and increased study of executive function in the domestic dog (Canis lupus familiaris) / M.R. Olsen // Animal Cognition.- 2018.- Volume 21.- Issue 2.- P. 175-195. DOI: 10.1007/s10071-018-1162-6

9. Hall, S.S. A survey of the impact of owning a service dog on quality of life for individuals with

physical and hearing disability: A pilot study / S.S Hall., J. Mac Michael, A. Turner, D.S. Mills / Health and Quality of Life Outcomes.- 2017.- Volume 15.- Issue 1.- 59. DOI: 10.1186/s12955-017-0640-x

10. Panesi, S. Drawing a dog: The role of working memory and executive function S. Panesi, S. Morra // Journal of Experimental Child Psychology.- 2016.- Volume 152.- P. 1-11. DOI: 10.1016/j.jecp.2016.06.015

11. Bruchim, Y. Two years of combined high-intensity physical training and heat acclimatization affect lymphocyte and serum HSP70 in purebred military working dogs / Y. Bruchim, I. Aroch, A. Eliav, A. Abbas, I. Frank, E. Kelmer, C. Codner, G. Segev, Y. Epstein, M. Horowitz // Journal of Applied Physiology.- 2014.- Volume 117.- Issue 2.- P. 112-118. DOI: 10.1152/japplphysiol.00090.2014

12. Ким, Н.А. Повышение работоспособности служебных собак / Н.А. Ким, О.Л. Янкина, Л.И. Прудченко, Е.А. Байтимирова // Актуальные вопросы и инновационные технологии в ветеринарной медицине, животноводстве и природоохранном комплексе: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летнему юбилею со дня образования ветеринарного факультета.- Уссурийск, 2019.- С. 59-65. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41809903

13. Кузнецов, А.И. Способ определения стрессовой чувствительности служебных собак / А.И. Кузнецов, Т.А. Васильева // Актуальные вопросы импортозамещения в сельском хозяйстве и ветеринарной медицине: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию с дня рождения проф. Есютина А.В.- Троицк, 2016.- С. 131-139. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26767134

14. Lin, C. Supplementation of yeast cell wall fraction tends to improve intestinal health in adult dogs undergoing an abrupt diet transition / C. Lin, M.Q. Carroll, M.J. Miller, R. Rabot, K.S. Swanson // Frontiers in Veterinary Science.- 2020.- 7. DOI:10.3389/fvets.2020.597939.

15. Varotto-Boccazzi, I. Boosting immunity to treat parasitic infections: Asaia bacteria expressing a protein from wolbachia determine M1 macrophage activation and killing of leishmania protozoans / I. Varotto-Boccazzi, S. Epis, I. Arnoldi, Y. Corbett, P. Gabrieli, M. Paroni, ... C. Bandi // Pharmacological Research.- 2020.- 161. DOI:10.1016/j.phrs.2020.105288.

16. Иштудов, А.А. Обеспечение неспецифической защиты организма собак породы немецкая овчарка / А.А. Иштудов, В.Г. Семенов // Молодежь и инновации: мат. XIV всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов.- Чебоксары, 2018. - С. 94-100. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32851998

17. Семенов, В.Г. Неспецифическая устойчивость организма животных к стресс-факторам разных сил / В.Г. Семенов, Д.А. Никитин, А.В. Волков, К.В. Захарова // Экология родного края: проблемы и пути их решения: мат. XII всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием в рамках Форума «ЭкоКиров-2017».- Киров, 2017.- С. 233-237. URL: http://envjournal.ru/confer/sbor/1711.pdf

18. Pessoa-e-Silva, R. Immunoprophylactic potential of a new recombinant leishmania infantum antigen for canine visceral leishmaniasis: An in vitro finding / R. Pessoa-e-Silva, L.A.M. Trajano-Silva, V. Vaitkevicius-Antão, W.J.T.D. Santos, F.B. Magalhães, D.M.N. Moura, ... M. de Paiva-Cavalcanti // Frontiers in Immunology.- 2021.- 11. DOI:10.3389/fimmu.2020.605044.

PROPHYLACTIC IMMUNODEFICIENCY OF DOGS COMPLEX BIOLOGICAL PREPARATION

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

Ishtudov Alexey A., *postgraduate of the department of morphology, obstetrics and therapy, ishtudov@inbox.ru*

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

Alekseev Valerian A., *doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of general and private zootechnics, valerianalekseeff@yandex.ru*

Tikhonov Anatoly S., *doctor of philosophical science, professor of the department of general education disciplines, tihonov.an.s@yandex.ru*

Chuvash State Agrarian University

The purpose of the work *– study of morphophysiological profile and non-specific protective forces of the body of service dogs in the conditions of a canine center against the background of prevention of immunodeficiency with biological preparation Dog-Stim-N-B and Prevention-N-E.*

Methodology. *Research work was carried out in the conditions of the center of the canine service of the Ministry of Internal Affairs and the Aibolit veterinary clinic in Cheboksary during 2016-2020. For research work, 3 groups of dogs of one breed were formed at the age of 2 months, 5 heads in each group. In order to prevent immunodeficiency of the body, dogs of the 1st experimental group were injected intramuscularly with the biopreparation Prevention-N-E at a dose of 0.1 ml/kg of live weight twice on the 61-63 and 68-69 day after birth, dogs of the 2nd experimental group at the same dose and at the same time injected with the biopreparation Dog-Stim-N-B.*

Results. *Two-fold intramuscular injection to service dogs of the 1st and 2nd experimental groups of Dog-Stim-N-B and Prevention-N-E biologics on the 61-63 and 68-69 day after birth increased blood hemoglobin concentration compared to 2 control.0-5.0 and 4.0-15.0 g/l, number of red blood cells - by 1.09 and 1,10 × 1012/l, the concentration of total protein - on 2.8-5.4 and 2.8-8.2 g/l, including the albumin fraction - on 2,5-*

3.4 and 3.3-4.3 g/l a γ-globulin - by 0.8-2.4 and 0.3-2.9 g/l. In addition, biologics contributed to an increase in plasma lysozyme activity and bactericidal activity of dog blood serum, which indicates an activation of the humoral link of the body's nonspecific resistance.

Conclusion. *Biopreparation Dog-Stim-N-B and Prevention-N-E activate hematopoiesis, cause physiological eosinophilia, neutrophylopenia with neutrophilic nucleus shift to the right and lymphocytosis, stimulate protein exchange, synthesis of albumins and γ-globulins, increases cellular and humoral factors of non-specific resistance*

Key words: *German-breed dogs, Dog-Stim-N-B biopreparation, blood, nonspecific resistance.*

Literatura

1. YAkovenko, A.A. Opyt ispol'zovaniya "Adaptovita" dlya podderzhaniya rabotosposobnosti sluzhebnyh sobak / A.A. YAkovenko, T.S. Kolmakova, A.V. Didenko // Selekcionno-geneticheskie i tekhnologicheskie aspekty proizvodstva produktov zhivotnovodstva, aktual'nye voprosy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti i mediciny: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 90-letnemu yubileyu biotekhnologicheskogo fakul'teta.- pos. Persianovskij, 2019.- S. 196-200. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42580651

2. YAkovenko, A.A. Vliyanie professional'noj nagruzki na funkcional'noe sostoyanie specialistov kinologov i sluzhebnyh sobak / A.A. YAkovenko, T.S. Kolmakova, A.V. Didenko // Biosfera i chelovek: mat. mezhdunar. konf.- Majkop, 2019.- S. 442-444. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41418683

3. Yoon, D. Metabolic changes in serum metabolome of beagle dogs fed black ginseng / D. Yoon, Y.J. Kim, W.K. Lee, B.R. Choi, S.M. Oh, Y.S. Lee, … D.Y. Lee // Metabolites.- 2020.- 10 (12).- P. 1-10. DOI:10.3390/metabo10120517.

4. Perini, M.P. Duration of prebiotic intake is a key-factor for diet-induced modulation of immunity and fecal fermentation products in dogs /M.P. Perini, M.F. Rentas, R. Pedreira, A.R. Amaral, R.V.A. Zafalon, R.B.A. Rodrigues, ... M.A. Brunetto // Microorganisms.- 2020.- 8(12).- P. 1-13. DOI:10.3390/microorganisms8121916.

5. Calzetta, L. Immunoprophylaxis pharmacotherapy against canine leishmaniosis: A systematic review and meta-analysis on the efficacy of vaccines approved in european union /L. Calzetta, E. Pistocchini, B.L. Ritondo, P. Roncada, E. Palma, D. di Cave, ... D. Britti // Vaccine.- 2020.- 38(43).- P. 6695-6703. DOI:10.1016/j.vaccine.2020.08.051.

6. Baker, J. Body temperature responses during phases of work in human remains detection dogs undergoing a simulated deployment / J. Baker, M Dechant, E. Jenkins, ... K. Kelsey, E. Perry // Animals.- 2020.- 10(4).- 673. DOI: 10.3390/ani10040673

7. Ramos, B.S.N. Effects of resistance training on serum iron, total iron-binding capacity and transferrin saturation in police working dogs / B.S.N. Ramos, V.S. Moraes, R.M. Pinheiro, V.R.C. Souza, J.C. Alves, C.S. Coelho // Comparative Exercise Physiology.- 2019.- Volume 15, Issue 4.- P. 253-258. DOI: 10.3920/CEP190032

8. Olsen, M.R. A case for methodological overhaul and increased study of executive function in the domestic dog (Canis lupus familiaris) / M.R. Olsen // Animal Cognition.- 2018.- Volume 21.- Issue 2.- P. 175-195. DOI: 10.1007/s10071-018-1162-6

9. Hall, S.S. A survey of the impact of owning a service dog on quality of life for individuals with physical and hearing disability: A pilot study / S.S Hall., J. Mac Michael, A. Turner, D.S. Mills / Health and Quality of Life Outcomes.- 2017.- Volume 15.- Issue 1.- 59. DOI: 10.1186/s12955-017-0640-x

10. Panesi, S. Drawing a dog: The role of working memory and executive function S. Panesi, S. Morra // Journal of Experimental Child Psychology.- 2016.- Volume 152.- P. 1-11. DOI: 10.1016/j.jecp.2016.06.015

11. Bruchim, Y. Two years of combined high-intensity physical training and heat acclimatization affect lymphocyte and serum HSP70 in purebred military working dogs / Y. Bruchim, I. Aroch, A. Eliav, A. Abbas, I. Frank, E. Kelmer, C. Codner, G. Segev, Y. Epstein, M. Horowitz // Journal of Applied Physiology.- 2014.- Volume 117.- Issue 2.- P. 112-118. DOI: 10.1152/japplphysiol.00090.2014

12. Kim, N.A. Povyshenie rabotosposobnosti sluzhebnyh sobak / N.A. Kim, O.L. YAnkina, L.I. Prudchenko, E.A. Bajtimirova // Aktual'nye voprosy i innovacionnye tekhnologii v veterinarnoj medicine, zhivotnovodstve i prirodoohrannom komplekse: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 40-letnemu yubileyu so dnya obrazovaniya veterinarnogo fakul'teta.- Ussurijsk, 2019.- S. 59-65. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41809903

13. Kuznecov, A.I. Sposob opredeleniya stressovoj chuvstvitel'nosti sluzhebnyh sobak / A.I. Kuznecov, T.A. Vasil'eva // Aktual'nye voprosy importozameshcheniya v sel'skom hozyajstve i veterinarnoj medicine: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 110-letiyu s dnya rozhdeniya prof. Esyutina A.V.- Troick, 2016.- S. 131-139. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26767134

14. Lin, C. Supplementation of yeast cell wall fraction tends to improve intestinal health in adult dogs undergoing an abrupt diet transition / C. Lin, M.Q. Carroll, M.J. Miller, R. Rabot, K.S. Swanson // Frontiers in Veterinary Science.- 2020.- 7. DOI:10.3389/fvets.2020.597939.

15. Varotto-Boccazzi, I. Boosting immunity to treat parasitic infections: Asaia bacteria expressing a protein from wolbachia determine M1 macrophage activation and killing of leishmania protozoans / I. Varotto-Boccazzi, S. Epis, I. Arnoldi, Y. Corbett, P. Gabrieli, M. Paroni, ... C. Bandi // Pharmacological Research.- 2020.- 161. DOI:10.1016/j.phrs.2020.105288.

16. Ishtudov, A.A. Obespechenie nespecificheskoj zashchity organizma sobak porody nemeckaya ovcharka

/ A.A. Ishtudov, V.G. Semenov // Molodezh' i innovacii: mat. XIV vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov.- CHeboksary, 2018. - S. 94-100. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32851998

17. Semenov, V.G. Nespecificheskaya ustojchivost' organizma zhivotnyh k stress-faktoram raznyh sil / V.G. Semenov, D.A. Nikitin, A.V. Volkov, K.V. Zaharova // Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ih resheniya: mat. XII vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem v ramkah Foruma «EkoKirov-2017».- Kirov, 2017.- S. 233-237. URL: http://envjournal.ru/confer/sbor/1711.pdf

18. Pessoa-e-Silva, R. Immunoprophylactic potential of a new recombinant leishmania infantum antigen for canine visceral leishmaniasis: An in vitro finding / R. Pessoa-e-Silva, L.A.M. Trajano-Silva, V. Vaitkevicius-Antão, W.J.T.D. Santos, F.B. Magalhães, D.M.N. Moura, ... M. de Paiva-Cavalcanti // Frontiers in Immunology.- 2021.- 11. DOI:10.3389/fimmu.2020.605044.

УДК 631.587 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.011**

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

СОТПА Аржаана Сонгукчуевна, *старший научный сотрудник ФГБНУ «Тувинский НИИСХ», 70 CAC@mail.ru*

Проблема и цель. *Целью исследований явилось изучение влияния предшественников и применения минеральных удобрений на основные элементы плодородия почвы, урожай яровой пшеницы и его качества.*

Методология. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные исследовательские вопросы было проведено опытно-экспериментальное исследование. Опыты проведены в степной зоне Республики Тыва в 2019-2020 гг., на темно-каштановых, среднесуглинистых почвах, в трехпольном севообороте с короткой ротацией (чистый пар-пшеница-пшеница; чистый пар-многолетние травы-пшеница; чистый пар-овес-пшеница), бессменная пшеница, на двух фонах химизации: без применения минеральных удобрений (контроль, фон 0), с применением минеральных удобрений (фон 1).*

Результаты. *Результаты исследований показали, что влажность почвы по чистому пару по всходам яровой пшеницы была на 16,5 % больше, чем после других предшественников. В период уборки пшеницы влажность почвы повысилась только на вариантах с применением минеральных удобрений. Выявлено, что в период вегетации пшеницы наибольшее содержание нитратного азота отмечено после многолетних трав, где азота нитратов было на 3,3-4,7 мг/кг больше, чем на контроле. Внесение минеральных удобрений способствовало росту содержания нитратного азота в почве к фазе всходов на 8,3-38,0 %, кущения и уборки – в 1,2-1,7 раза, в зависимости от различных предшественников.*

Заключение. *В результате исследований было установлено, что высокое содержание азота в почве влияет на урожайность и продуктивность яровой пшеницы. При использовании в качестве предшественника многолетних трав средняя урожайность яровой пшеницы составляет 1,63 т/га, содержание белка в зерне – 16,6 %. Посев яровой пшеницы после овса обеспечивает получение зерна с содержанием белка – 15,4 %. Применение удобрений увеличивает урожайность пшеницы в среднем по опыту на 34,2 %.*

Ключевые слова: *предшественник, яровая пшеница, продуктивная влага, нитратный азот, щелочногидролизуемый азот, урожайность, белок.*

Введение

В степной и сухостепной зоне Республике Тыва пшеница занимает значительную площадь (50-51 %) [1]. Средняя урожайность яровой пшеницы за исследуемый 30-летний период (1981-2010 гг) составила 0,71 т/га [2]. Одной из причин снижения урожая пшеницы является нарушение чередования культур в севообороте. Наукой и сельскохозяйственной практикой доказано, что неправильное чередование культур приводит к резкому истощению почвы и, как следствие, снижению урожайности и качества зерна [3]. Различное влияние предшественников на урожайность и качество зерна объясняется неодинаковыми условиями, главным образом, водного и пищевого режимов, которые складываются после уборки разных культур [4]. Другой причиной снижения урожайности пшеницы является сокращение внесения органических и минеральных удобрений. В республике с 1996 г. резко снизилось внесение органических удобрений в 25 раз (с 0,5 до 0,02 т/га), а минеральных удобрений – в 13,5 раза (с 54 до 4 кг/га). Почти все почвы Тувы, кроме южных черноземов, характеризуются пониженным содержанием азота, 32 % площади пашни имеют низкую обеспеченность подвижным фосфором и нуждаются в ежегодном внесении фосфорных удобрений. Такая ситуация указывает на необходимости

© Сотпа А. С., 2021 г.

регулирования азотного и фосфорного режима почв [5,6].

Условия и методика проведения исследований

Исследования по изучению севооборотов проведены на опытно-экспериментальных полях Тувинского НИИСХ, расположенном в лесостепной зоне Республики Тыва. Почва опытного участка зональная – темно-каштановая, среднесуглинистая. Содержание гумуса – 3,5 % в слое 0-10 см. Почвы относительно хорошо обеспечены калием (138-222 мг/кг почвы). Содержание подвижного фосфора составляет 16 мг/кг, общего азота – 0,20 % [7]. Заложены в 2017 году трехпольные севообороты с короткой ротацией (чистый пар-пшеница-пшеница; чистый пар-многолетние травы-пшеница; чистый пар-овес-пшеница), бессменная пшеница. Поля севооборотов размещались рандомизированно, площадь учетной делянки 84 м^2 , в трехкратной повторности. Опыты заложены в двух фонах химизации: без применения удобрений (контроль, фон 0), с применением удобрений – (фон 1). Удобрение в виде нитроаммофоски вносили весной под посев яровой пшеницы из расчета 60 кг д.в./га. Обработка чистого пара начиналась с ранневесеннего боронования БИГ-3 на глубину 6-8 см в третьей декаде апреля. Предпосевная обработка почвы сеялкой СЗС-2,1, посев пшеницы проведен сеялкой СЗС-2,1. Для определения влажности почвы образцы отбирали 3 раза за период вегетации, (горизонт 0-100 см); определение нитратного азота и щелочногидролизуемого азота – в горизонте 0-20 см. Влажность почвы определяли по ГОСТ 13386-5-93. Содержание нитратного азота проводили ионо-селективным методом по ГОСТ 20951-86. Содержание щелочногидролизуемого азота – методом Корнфилда; содержание подвижного фосфора – методом Мачигина в модификации ЦИНАО. Качество зерна пшеницы определяли по ГОСТ 10846-91. Урожайность яровой пшеницы определяли сноповым методом. Статистическая обработка проведена с помощью программы Snedecor [8].

Результаты и их обсуждение

При оценке любого предшественника необходимо учитывать уровень накопления почвенной влаги.

В начале вегетации яровой пшеницы наибольшее количество продуктивной влаги в почве отмечено после чистого пара. Здесь значение влаги было в среднем на 16,5 % выше, чем после других предшественников (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивная влажность в метровом слое почвы в зависимости от предшественников и средств химизации (2019-2020), мм

Удобрение (фактор А)	Предшественник (фактор В)				Среднее по (фактор А)
	чистый пар	пшеница	многолетние травы	овес	
всходы					
0	120,0	110,5	100,2	99,2	107,5
1	130,5	118,0	110,5	108,0	116,8
Среднее по (В)	125,3	114,3	105,3	103,6	112,1
$НСР_{05}$ А 0,848 $НСР_{05}$ В 1,579 $НСР_{05}$ АВ 2,645					
кущение					
0	94,7	101,9	96,7	95,2	97,1
1	111,9	107,7	105,5	103,7	107,2
Среднее по (В)	103,3	104,8	101,1	99,4	102,2
$НСР_{05}$ А 0,085 $НСР_{05}$по В 0,158 $НСР_{05}$ АВ 0,265					
уборка					
0	103,4	100,7	95,7	90,3	95,5
1	104,1	120,2	207,1	115,4	136,7
Среднее по (В)	103,8	110,4	151,4	102,8*	117,1
$НСР_{05}$ А 0,583 $НСР_{05}$ В 1,086 $НСР_{05}$ АВ 1,819					

*– нет существенной разницы

Минимальные запасы влаги наблюдались в почве после многолетних трав и овса – на 9,9 мм меньше, чем после пшеницы.

К фазе кущения между предшественниками пшеницы не наблюдается существенных различий по содержанию влаги в почве, но можно отметить небольшое преимущество по накоплению продуктивной влаги в почве на удобренных вариантах.

После чистого пара увеличение было на 17,2 мм, после других предшественников на 5,8-8,8 мм.

Осенью в период уборки влажность почвы увеличивались только на вариантах с внесением минеральных удобрений. Под пшеницей после многолетних трав влаги накопилось в 1,8 раз больше, чем после остальных предшественников.

Нитратный азот является основным источником минерального питания растений. Количественное содержание этой формы азота в почве определяется гидротермическими условиями, активностью почвенных процессов и размещением культур в севообороте [9-10].

В наших исследованиях в начале вегетации яровой пшеницы содержание нитратного азота в почве после многолетних трав было выше в 1,2-1,8 раза в сравнении с другими предшественниками (табл. 2). В период всходов минеральные удобрения способствовали увеличению содержания нитратов по всем предшественникам: по пару увеличение составило 28,3 %, по пшенице – 18,8, по многолетним травам – 38, по овсу – 8,3 %.

В дальнейшем наблюдается снижение нитратного азота в почве. Связано это с усиленным потреблением азота посевами пшеницы. Количество нитратного азота в почве в среднем по опыту в фазу кущения пшеницы снизилось на 57,7 %, к моменту уборки на 60,4 %. Но все же на вариантах с внесением удобрения содержание азота нитратов оставалось в 1,2-1,7 раза выше, чем без удобрений. Наиболее высокое содержание азота в почве отмечено после многолетних трав, где азота нитратов было на 3,7-4,7 мг/кг больше, чем на контроле.

Таблица 2 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см в зависимости от предшественников и средств химизации (2019-2020), мг/кг

Удобрение (фактор А)	Предшественник (фактор В)				Среднее по (фактор А)
	чистый пар	пшеница	многолетние травы	овес	
всходы					
0	10,6	8,5	12,9	7,2	9,8
1	13,6	10,1	17,8	7,8	12,3
Среднее по (В)	12,1	9,3	15,4	7,5	11,1
$НСР_{05}$ по А 1,156 $НСР_{05}$ по В 2,153 $НСР_{05}$ по АВ 3,605					
кущение					
0	2,2	3,5	4,3	4,1	3,5
1	3,5	4,4	8,6	7,3	5,9
Среднее по (В)	2,8	3,9	6,5	5,7	4,7
$НСР_{05}$ по А 0,085 $НСР_{05}$ по В 0,158 $НСР_{05}$ АВ 0,265					
уборка					
0	2,0	3,3	7,1	3,9	4,1
1	3,2	4,0	7,5	4,5	4,8
Среднее по (В)	2,6	3,6	7,3	4,2	4,4
$НСР_{05}$ по А 0,033 $НСР_{05}$ по В 0,061 $НСР_{05}$ по АВ 0,103					

Количество нитратного азота в почве – легкоподвижная величина, а содержание щелочногидролизуемого азота отличается большой стабильностью [9]. Тем не менее, в нашем опыте предшественники оказали существенное влияние на содержание в почве данного азота (табл. 3). Так, в период всходов пшеницы в среднем по опыту количество щелочногидролизуемого азота в почве после овса было в 1,5 раза больше, чем на контроле. В период кущения яровой пшеницы достоверное увеличение щелочногидролизуемого азота также отмечено только после овса. Осенью в период уборки пшеницы существенное увеличение также отмечается после овса, где щелочногидролизуемого азота было в среднем больше на 20,3-36 мг/кг в сравнении с другими предшественниками. Внесение минерального удобрения оказало достоверное увеличение щелочногидролизуемого азота только в период уборки пшеницы. Существенное увеличение отмечено после чистого пара и пшеницы в среднем на 14,4 мг/кг.

Таблица 3 – Содержание щелочногидролизуемого азота в слое почвы 0-20 см в зависимости от предшественников и средств химизации (2019-2020), мг/кг

Удобрение (фактор А)	Предшественник (фактор В)				Среднее по (фактор А)
	чистый пар	пшеница	многолетние травы	овес	
всходы					
0	94,7	100,8	99,9	142,9	109,6
1	88,2	108,1	105,0	139,7	110,2
Среднее по (В)	91,5	104,4	102,4	141,3	109,9
$НСР_{05}$ по А 5,3 $НСР_{05}$ по В 9,9 $НСР_{05}$ по АВ 16,7					
кущение					
0	101,7	103,7	102,7	154,0	115,5
1	106,3	113,4	99,9	145,5	116,3
Среднее по (В)	104,0	108,6	101,3	149,8	115,9
$НСР_{05}$ по А 4,4 $НСР_{05}$ по В 2,0 $НСР_{05}$ по АВ 10,7					
уборка					
0	94,7	94,7	92,5	139,0	105,2
1	108,7	109,4	80,4	105,8	101,1
Среднее по (В)	101,7	102,1	86,4	122,4	103,2
$НСР_{05}$ по А 0,5 $НСР_{05}$ по В 0,3 $НСР_{05}$ по АВ 1,6					

В наших исследованиях содержание подвижного фосфора в почве определяли под посевами пшеницы в фазу кущения и уборки. В фазу кущения пшеницы количество фосфора в среднем по опыту составило 25,1 мг/кг почвы (табл. 4). Внесение удобрений повышало количество фосфора по всем предшественникам в среднем на 35,2 %, наибольшее увеличение установлено в почве после овса. Здесь фосфора было больше в 2,7 раза, чем на контроле. К уборке урожая содержание подвижного фосфора снижалась от первоначального значения в среднем на 22,3 %. После многолетних трав количество фосфора, напротив, увеличивалось на 7,3 %. Применение удобрений способствовало увеличению фосфора в почве в среднем на 46,2 %.

Таблица 4 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см в зависимости от предшественников и средств химизации (2019-2020), мг/кг

Удобрение (фактор А)	Предшественник (фактор В)				Среднее по (фактор А)
	чистый пар	пшеница	многолетние травы	овес	
кущение					
0	18,8	25,6	22,0	18,8	21,3
1	22,0	27,4	27,4	38,0	28,8
Среднее по (В)	20,4	26,5	24,7	28,4	25,1
$НСР_{05}$ по А 0,8 $НСР_{05}$ по В 1,6 $НСР_{05}$ по АВ 2,7					
уборка					
0	14,4	8,0	24,0	17,0	15,8
1	16,0	12,8	29,0	34,6	23,1
Среднее по (В)	15,2	10,4	26,5	25,8	19,5
$НСР_{05}$ по А 0,9 $НСР_{05}$ по В 1,7 $НСР_{05}$ по АВ 2,8					

Предшественники и минеральные удобрения оказывали существенное влияние на урожайность яровой пшеницы. Максимальная урожайность на обоих фонах химизации отмечена после многолетних трав (табл. 5). Применение средств химизации уменьшает роль предшественников и приводит к увеличению урожайности пшеницы по всем предшественникам, особенно по чистому пару, переводя в категорию лучших. Так, внесение удобрений по чистому пару увеличило урожайность пшеницы на 57,1 %, а при размещении пшеницы по пшенице только на 34,2 %.

Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от различных предшественников и средств химизации (2019-2020), т/га

Удобрение (фактор А)	Предшественник (фактор В)				Среднее по (фактор А)
	чистый пар	пшеница	многолетние травы	овес	
0	1,12	1,17	1,45	0,93	1,17
1	1,76	1,57	1,81	1,14	1,57
Среднее по (В)	1,44	1,37	1,63	1,04	1,36
$НСР_{05}$ по А 0,018 $НСР_{05}$ по В 0,033 $НСР_{05}$ по АВ 0,056					

Содержание белка в зерне пшеницы в наших исследованиях варьировало от 13,0 % до 17,2 % в зависимости от применения средств химизации и предшественников (табл. 6). Отмечено высокое содержание белка в зерне по многолетним травам и овсу на обоих уровнях химизации. Связано это с высокими показателями нитратного азота в почве во второй фазе вегетации пшеницы по этим предшественникам.

Таблица 6 – Содержание белка в зерне пшеницы в зависимости от различных предшественников и средств химизации (2019-2020), %

Удобрение (фактор А)	Предшественник (фактор В)				Среднее по (фактор А)
	чистый пар	пшеница	многолетние травы	овес	
свходы					
0	13,0	14,4	15,9	15,0	14,6
1	14,6	15,4	17,2	16,2	15,9
Среднее по (В)	13,8	14,9	16,6	15,4	15,2
$НСР_{05}$ по А 0,018 $НСР_{05}$ по В 0,033 $НСР_{05}$ по АВ 0,056					

Выводы

В условиях степной зоны Республики Тыва предшественники и минеральные удобрения оказывают существенное влияние на содержание продуктивной влаги в почве. Наилучшие условия увлажнения в начале вегетации пшеницы отмечаются после чистого пара. Многолетние травы и овес незначительно иссушают почву. Внесение минеральных удобрений под пшеницу при достаточном количестве осадков за вегетационный период способствует увеличению влажности почвы в среднем: по всходам на 8,7 %, в фазу кущения на 10,4 %, фазу уборки на 43,1 %. Лучшими предшественниками, обеспечивающими минеральным питанием пшеницу, в условиях степной зоны региона являются многолетние травы и овес. При использовании в качестве предшественника многолетних трав средняя урожайность яровой пшеницы составляет 1,63 т/га, содержание белка в зерне – 16,6 %. Посев пшеницы после овса обеспечивает получение зерна с содержанием белка 15,4 %. Внесение минеральных удобрений увеличивает урожайность пшеницы в среднем по опыту на 34,2 %.

Список литературы

1. Чебочаков Е.Я. Структура размещения сельскохозяйственных культур на эродированных почвах юга средней Сибири / Е.Я. Чебочаков // Актуальные проблемы ведения сельскохозяйственного производства в Аридной зоне Центрально-Азиатского региона: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Кызыл, 18-20 июня 2013).-Новосибирск, 2013.-С.256-261.

2. Жуланова В.Н. Мониторинг динамики урожайности агроценозов в Центрально-Тувинской котловине / В.Н. Жуланова // Сибирский вестник.-2011.-№ 11-12.-С.32-39. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17110101

3. Чибис В.В. Формирование качества зерна полевых культур в зависимости от предшественников при возделывании в условиях лесостепи Западной Сибири / В.В. Чибис, С.П. Чибис // Вестник Красноярского аграрного университета.-2016.-№ 3 (114).-С. 74-80. URL:https://www.elibrary.ru/item.

asp?id=25720737
4. Кузьмина Н.В. Формирование урожайности яровой пшеницы по разным предшественникам / Н.В. Кузьмина, Г.И. Пашкова, А.Н. Кузьминых // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства.-2017.-№ 19.-С.24-25. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30681328
5. Зональная система земледелия Республики Тыва: руководство – Кызыл, 2019.-252с.
6. Белек А.Н. Агроэкологический мониторинг почв земледельческой территории Республики Тыва / А.Н. Белек, В.М. Соловьева, Е.А. Порядина // Агрохимический вестник.-2017.-№ 2.-С.56-58. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29184763
7. Монгуш Л.Т. Покровный и беспокровный посев многолетних трав в условиях Республики Тыва / Л.Т. Монгуш // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета.-2019.-№ 4 (44).-С.41-45. DOI: https://doi.orq/10.36508/RSATU.2019.23.24.007 URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584075
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере.-Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004.-162с.
9. Каличкин В.К. Формирование агроэкологических условий для агроценозов яровой пшеницы /В.К. Каличкин, Г.М. Захаров, Т.Н. Крупская //Сиб.вестн. с.-х. науки. – 2003. -№ 4. –С. 3-11. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18264776
10. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г.П. Гамзиков.-М.: Наука, 1981.-266с.

INFLUENCE OF THE PREDECESSORS ON ELEMENTS OF FERTILITY SOILS AND EFFICIENCY SUMMER WHEATS IN A STEPPE ZONE OF REPUBLIC TUVA

SOTPA Argaana S., *senior scientific employee FSBSI Tuvinian SRIA, 70 CAC @mail.ru*

Problem and aim. *By the purpose of researches was to establish influence of the predecessors, application of mineral fertilizers on basic elements of fertility of ground, crop summer wheats and his quality.*
Methodology. *To achieve the aim of the research and answer the questions an experimental study was carried out.The experiences are carried out in a steppe zone Republic of Tuva in 2019-2020, on dark-chestnut, medium loamy soils, in three-field crop rotation with short rotation (pure pairs-wheat-wheat; pure pair-long-term grass-wheat; pure pairs-oat-wheat) permanent wheat, on two chemistry backgrounds: without application of mineral fertilizers (control, background 0), with application of mineral fertilizers (background 1).*
Results. *The results of researches have shown, that the humidity of ground till a pure pair on shoots summer wheats was on 16,5 % more, than after other predecessors. During harvest wheats the humidity of ground has raised only on variants with application of mineral fertilizers. It was found that during the growing season of wheat, the highest content of nitrate nitrogen was observed after long-term grasses where nitrite nitrogen was higher by 3,3 – 4,7 mg/kg than in the control. Is revealed, that the best predecessor ensuring nitrate by nitrogen crops summer wheats, in conditions of a steppe zone of region are the long-term grass. The entering of mineral fertilizers promoted growth of the contents nitrate of nitrogen in ground to a phase shoots on 8,3-38,0 %, (tillering?) and harvesting - in 1,2-1,7 times, depending on the various predecessors.*
Conclusion. *As a result of research it was found, that the high contents of nitrogen in ground influences productivity and efficiency summer wheats. At use as the predecessor of long-term grass the average productivity summer wheats makes 1,63 t/ha, contents of fiber in a grain – 16,6 %. The crop summer wheats after oats provides reception of a grain with the contents of fiber – 15,4 %. Application of fertilizers increases productivity wheats on the average by experience by 34,2 %.*

Literatura

1. Chebochakov E.Y. Struktura razmecenia selskohozaistvennyh kultur na arodirovannyh pochvah yuga sredney Sibiri / E.Y Chebochakov // Aktualnye problemy vedenia selskohozaistvennogo proizvodstva v Aridnoy zone Centralno-Aziatskogo regiona: materialy megdunar. nauch.-prakt. konf. (Kyzyl, 18-20 iuny 2013).-Novosibirsk, 2013.-S.256-261.
2. Gulanova V.N. Monitoring dinamiki urogaynosti agrocenozov v Centralno-Tuvinskoy kotlovine / V.N Gulanova // Subirskiy vestnik.-2011.-№ 11-12.-S.32-39. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17110101
3. Chibis V.V. Formirovanie kachestva zerna polevyh kultur v zavisimosti ot predshestvennikov pri vozdelyvanii v usloviyh lesostepi Zapadnoy Sibiri / V.V. Chibis, S.P. Chibis // Vestnik Krasnoyrskogo agrarnogo universiteta.-2016.-№ 3 (114).-S. 74-80. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25720737
4. Kuzmina N.V. Formirovanie urogaynosti jrovoy pshenici po raznym predshestvennikam / N.V. Kuzmina, G.I. Pashkova, A.N. Kuzminyh // Aktualnye voprosy sovershenstvovanij tehnologii proizvodstva i pererabotki produkcii selskogo hozystva.-2017.-№ 19.-S.24-25.4. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30681328
5. Zonalnay sistema zemledeliy Respubliki Tyva: rukovodstvo –Kyzyl, 2019.-252s.
6. Belek A.N. Agroakologicheskiy monitoring pochv zemledelcheskoy territorii Respubliki Tyva / A.N. Belek, V.M. Soloveva, E.A. Porydina // Agrohimicheskiy vestnik.-2017.-№ 2.-S.56-58. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29184763
7. Mongush L.T. Pokrovnyi i bespokrovnyi posev mnogoletnih trav v uslovijh Respubliki Tyva / L.T. Mongush // Vestnik Rjzanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta.-2019.-№ 4 (44).-S.41-45. DOI: https://doi.orq/10.36508/RSATU.2019.23.24/007. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584075
8. Sorokin O.D. Prikladnay statistika na komputere.-Krasnoobsk: RPO SO RASHN, 2004.-162s.

9. Kalichkin V.K. Formirovanie agroakologicheskih usloviy dla agrocenozov jrovoy pshenicy / V.K. Kalichkin, G.M. Zaharov, T.N. Krupskay //Sib.vestn. s.-h. nauki.–2003.-№ 4.–S.3-11. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18264776

10. Gamzikov G.P. Azot v zemledelii Zapadnoy Sibiri / G.P. Gamzikov.-M.: Nauka, 1981.-266s.

УДК 636.2.084:612.33 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.012**

АНАЛИЗ МЕТАБОЛИЗМА КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

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

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

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

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

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

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является анализ состояния обмена кальция и фосфора в организме оперированных бычков при разных типах кормления.*

Методология. *Для изучения процессов минерального обмена в организме животных было проведено исследование методом латинского квадрата с использованием приемов экспериментальной хирургии, в частности, установки фистулы рубца и кишечного анастомоза. Были изучены такие показатели как поедаемость кормов рациона, содержание изучаемых минеральных веществ и их соотношений в исходном сырье, кормах, дуоденальном химусе, кале, моче, крови, а также количество потребленных, усвоенных и использованных минеральных веществ, в частности, кальция и фосфора.*

Результаты. *В ходе исследования было отмечено резкое снижение кальция и фосфора в растительном сырье и кормах, заготовленных на более поздней стадии вегетации, а также более низкий уровень поедаемости подобных кормов, что приводит к снижению концентрации данных веществ в рационе и в организме животных. Анализ метаболизма изучаемых минеральных веществ выявил, что коэффициент усвоения фосфора во всех случаях был достоверно выше коэффициента усвоения кальция. Наблюдалось снижение коэффициента усвоения фосфора у бычков в группах, получавших корма, приготовленные на более поздней стадии вегетации. Кроме того, коэффициент усвоения фосфора в группах, получавших силос, был выше, чем в группах, получавших сенаж. В случае с кальцием такой четкой зависимости выявлено не было, но и в этом случае прослеживалась тенденция относительного увеличения коэффициента усвоения у животных в группах, использовавших силосные рационы. Анализ содержания фосфора в крови показал повышение его концентрации при использовании силосных рационов, что объясняется активизацией процессов межуточного обмена.*

Заключение*. Результаты исследования показали, что метаболизм кальция и фосфора в организме зависит от целого ряда факторов, и для правильной корректировки рационов с целью повышения эффективности их использования необходим комплексный анализ их состава и структуры.*

Ключевые слова: *метаболизм, минеральные вещества, кальций, фосфор, крупный рогатый скот.*

Введение

Минеральный обмен веществ – неотъемлемая составляющая общего обмена веществ, его нарушение неизбежно повлечет за собой лавинообразную цепочку последствий, что в конечном итоге приведет к необратимому изменению многих физиологических параметров, ухудшению здоровья животного, снижению его адаптационной функции и потере ценных технологических характеристик. Поэтому изучение особенностей минерального обмена до сих пор является актуальной задачей исследователя. Так, Овсеенко Ю.В. в своей научной работе изучал обмен кальция, фосфора и магния в организме лактирующих и сухостойных коров [1]. Схожими вопросами занимались и другие ученые [2- 6].

Покомпонентный состав минеральных веществ в организме подразделяется на несколько групп,

© Уливанова Г. В., Федосова О. А., Карелина О. А., Кулаков В. В., Быстрова И. Ю., 2021г.

одной из которых выступают макроэлементы, названные так из-за сравнительно высокого содержания их в организме.

Нормирование рационов по составу макроэлементов чаще всего начинают с корректировки содержания кальция и фосфора, а также с оптимизации их соотношения.

По мнению большинства исследователей, кальций является некой движущей силой процессов метаболизма [2, 3, 4, 7], участвуя в многочисленных процессах обмена веществ, обеспечивая проведение нервно-мышечного возбуждения и мышечное сокращение, связывая белки системы свертывания крови, обеспечивая проницаемость клеточных мембран, способствуя активности ферментных систем и т.д. Попадая в организм животного и высвобождаясь в сложном желудке в виде катионов, кальций всасывается в тонком кишечнике. Пройдя процесс биоминерализации, он откладывается в костной ткани, которая, как установили ученые, является основным депо как кальция, так и фосфора.

Манджиев Д.Б. в результате проведенных исследований установил, что лучшее использование кальция и фосфора отмечалось у животных, получавших комбинированный рацион, включавший сено суданки, кукурузный силос, а также сенаж, концентраты и патоку [8].

Обеспечение эффективного всасывания кальция зависит от целого ряда факторов. Так, было установлено активное участие в данном процессе витамина D_3 [9]. Он активизирует процесс синтеза кальмодулина и альбумина, которые способствуют как интенсификации кишечного всасывания кальция, так и его почечной реабсорбции. Таким образом, при недостатке кальция усиливается его вымывание из костной ткани. Похожие процессы проходят и в случае с фосфором. Активное участие в стимуляции данных процессов принимает и паратгормон [10, 11].

Огромную роль в процессах пищеварения жвачных играет и фосфор, который, по мнению ученых, активизирует процессы рубцового метаболизма, тем самым повышает расщепляемость клетчатки и азотистых соединений. Фосфорная кислота принимает участие в процессах расщепления жиров, гликолизе, фосфор входит в состав ДНК и РНК, принимает участие в образовании АТФ.

Большое внимание исследователи уделили и вопросам балансирования минерального состава рационов с помощью различных добавок.

Например, Софронова И.В., отмечая широкий ассортимент кормовых добавок на современном отечественном рынке, предложила остановиться на минеральной добавке «Кальций-МАГ», представляющей собой нанодисперсную наноструктурированную аморфную форму кальциевой соли глюконовой кислоты [7].

Курилкина М.Я. изучала экструдированную добавку, в состав которой входили высокодисперсные порошки меди, цинка, железа и кальцийсодержащий препарат [12], а Долженкова Г.М. остановила свое внимание на белково-витаминно-минеральной пробиотической кормовой добавке «Биодарин» [4].

Таким образом, многообразие функций кальция и фосфора в живой системе подчеркивает всю важность балансировки содержания этих веществ в организме животных. Данному вопросу посвящено немало исследований [13-17], но, тем не менее, их актуальность нисколько не снижается.

Материалы и методы исследования

Целью настоящего исследования является анализ состояния обмена кальция и фосфора в организме бычков при разных типах кормления.

Исследования проводились на оперированных бычках черно-пестрой породы. Возраст подопытных животных составлял 14 месяцев, живая масса на начало опыта – 280 кг. Опыты проводились методом латинского квадрата (рис. 1).

Для проведения исследований животным были сделаны операции с наложением фистул рубца по Басову В.А. и внешних анастомозов двенадцатиперстной кишки по Синещекову А.Д. [18].

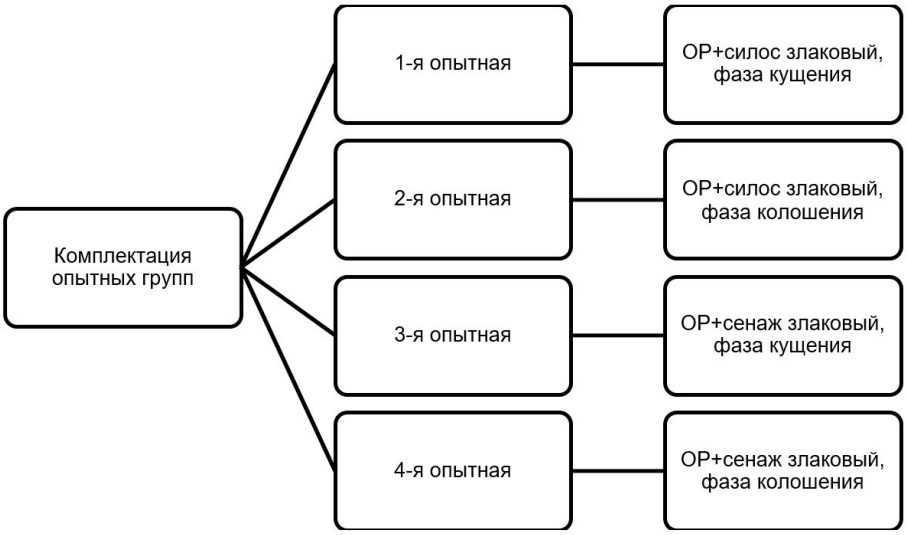


Рис.1 – Схема опыта

Продолжительность предварительного этапа составила 21 день, учетного – 7 дней

В ходе исследований нами были изучены следующие показатели (рис. 2): поедаемость кормов рациона, содержание кальция, фосфора, и их соотношение в исходной зеленой массе, в силосе, в сенаже, в дуоденальном химусе, в кале, в моче, в крови, а также степень усвоения и использования кальция и фосфора в организме животных.

Рис. 2 – Исследуемые параметры

В качестве анализируемых кормов использовались силос и сенаж, приготовленные из зеленой массы Ежи сборной (Dactylis glomerata L.) разной стадии вегетации (рис. 3).

Рис. 3 – Ежа сборная (Dactylis glomerata L.)

Растение интересно тем, что дает хорошие питательные корма при раннем скашивании, но в дальнейшем грубеет, и качество кормов снижается. Рано трогается в рост, характеризуется высокой урожайностью и отавностью. Наиболее предпочтительным оно является при кормлении крупного рогатого скота и лошадей.

Результаты исследований и их обсуждение

В исследовании проводился сравнительный анализ содержания изучаемых веществ в зеленой массе Ежи сборной, скошенной на стадии кущения и колошения, а также в приготовленных из нее силосе и сенаже (рисунки 4-5).

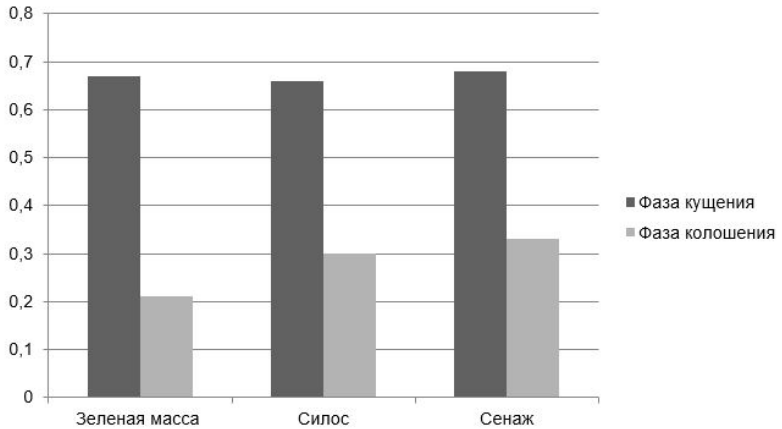


Рис. 4 – Содержание кальция в изучаемом растительном сырье и кормах, приготовленных из Ежи сборной (Dactylis glomerata L.), %

Сравнительный анализ содержания кальция показывает резкое снижение его концентрации как в растительном сырье, так и в приготовленных из него кормах, заготавливаемых в стадии колошения Ежи сборной (рис. 4). Так, в растительном сырье произошло снижение содержания кальция с 0,67 до 0,21 % , то есть в 3,2 раза. Несколько менее существенное снижение содержания кальция – в 2 раза – произошло в силосе и сенаже. Тем не менее, очевидной становится большая эффективность использования для приготовления кормов зеленой массы более молодого возраста.

При сравнении содержания кальция в зеленой массе, силосе и сенаже отмечена достаточно стабильная ситуация. Изменения колебались в переделах нескольких сотых процента.

Снижение концентрации фосфора при увеличении возраста скашиваемого сырья не так четко

выражено, как в ситуации с кальцием, и характеризуется более стабильной динамикой (рис. 5).

Тем не менее, данная тенденция проявляется и здесь. Так, в зеленой массе Ежи сборной стадии колошения содержание фосфора снизилось в 1,36 раза (с 0,34 % до 0,25 %), в силосе – 1,12 раза, а в сенаже – в 1,14 раза. Необходимо отметить и факт относительно большего содержания фосфора в сенаже по сравнению с силосом и исходной зеленой массой. Так, в исходной массе Ежи сборной массовая доля фосфора колебалась в пределах 0,25 %-0,34 % в зависимости от фазы вегетации, тогда как в сенаже она составила от 0,35 % до 0,40 %.

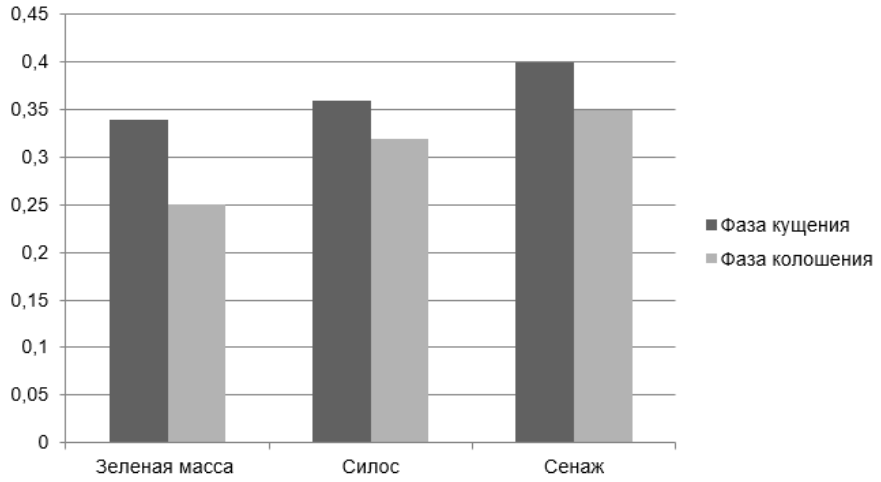


Рис. 5 – Содержание фосфора в изучаемом растительном сырье и в кормах, приготовленных из Ежи сборной (Dactylis glomerata L.), %

В ходе исследования было определено содержание кальция и фосфора в рационе по их фактическому потреблению (табл.).

Таблица – Содержание кальция и фосфора в рационе (по фактическому потреблению)

Количество	1-я опытная группа	2-я опытная группа	3-я опытная группа	4-я опытная группа
Ca, г	36,61	18,88	59,18	20,52
P, г	23,25	20,20	42,79	24,10
Соотношение Ca/P	1,57	0,93	1,38	0,85

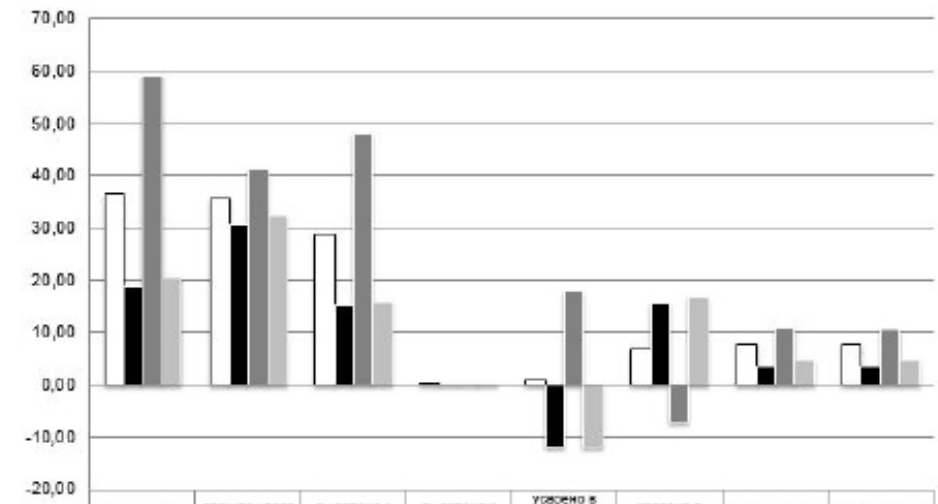
Исследование фактической поедаемости сравниваемых кормов рациона свидетельствует о более низком потреблении корма, приготовленного из Ежи сборной на более поздней стадии вегетации. Этим и обуславливается более низкое содержание исследуемых веществ во 2-й и 4-й опытных группах.

Расчет соотношения Ca/P в рационе показал сдвиг равновесия в сторону фосфора на более поздней стадии вегетации, как при приготовлении силоса, так и сенажа. В рационе 1-й опытной группы (по фактической поедаемости) соотношение Ca/P было близко к рекомендуемому при кормлении крупного рогатого скота.

Для изучения метаболизма кальция и фосфора в организме подопытных животных были использованы методы экспериментальной хирургии [18].

Анализ результатов опыта показал, что в сложном желудке бычков, получавших корма, заготовленные в стадии кущения, усваивается от 0,97 г (при использовании силоса) до 17,94 г (при использовании сенажа) кальция, что составляет от 2,65 до 30,31 % от количества принятого с кормом (рис. 6).

Кальций кормов, полученных из сырья, заготовленного на стадии колошения, усваивается в кишечнике. Доля кальция, усвоенного в этом отделе пищеварительного тракта, составила: у бычков 2-й опытной группы 81,73 %, 4-й опытной группы – 81,29% от количества принятого с кормом. В третьей опытной группе, как было сказано ранее, большая часть кальция усвоилась в сложном желудке, что говорит о его высокой доступности как для организма животного, так и для микробиоценоза сложного желудка. Помимо положительных моментов данной ситуации можно выделить и отрицательный – общее количество усвоенного кальция в данном случае относительно невелико – коэффициент усвояемости составил всего 18,49 %. Наибольшим коэффициентом усвоения отличался кальций рациона 4-й опытной группы, где использовался сенаж, приготовленный из сырья на стадии колошения – 23,68 %. Коэффициент усвоения кальция в рационе бычков, получавших силос, колебался в пределах от 21,58 % (1-я опытная группа) до 19,86 % (2-я опытная группа).

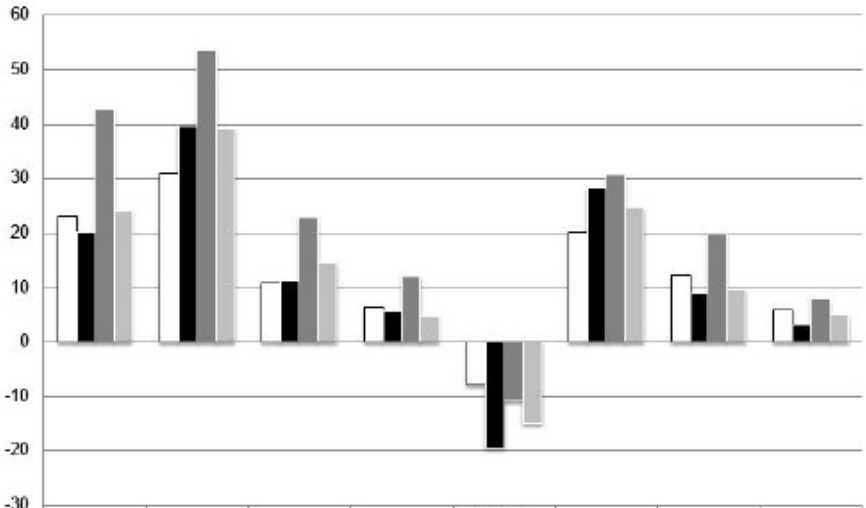


	потреблено	прошло через анастомоз	выделено с калом	выделено с мочой	усвоено в сложном желудке	усвоено в кишечнике	усвоено всего	использовано
1 опытная	36,61	36,66	28,70	0,08	0,97	6,94	7,90	7,82
2 опытная	18,88	30,57	15,14	0,10	-11,68	15,45	3,75	3,65
3 опытная	69,18	41,24	48,24	0,10	17,94	-7,00	10,94	10,83
4 опытная	20,52	32,34	15,66	0,06	-11,82	16,66	4,88	4,8

Рис. 6 – Метаболизм кальция в организме подопытных бычков

Коэффициент использования кальция показал более стабильную динамику в первых трех группах и находился в пределах от 18,30 до 21,36 % соответственно. Исключение составлял рацион бычков 4-й опытной группы, коэффициент использования кальция которого был 23,39 %. Таким образом, рацион с использованием сенажа, приготовленного из зеленой массы на стадии колошения, при сравнительно небольшом количестве потребленного кальция отличался наибольшей степенью его усвоения в организме подопытных животных.

Изучение метаболизма фосфора в организме бычков установило тот факт, что усвоение данного макроэлемента происходит лишь в кишечнике. В сложном желудке, наоборот, часть поступившего фосфора тратится на поддержание нормальной жизнедеятельности сообщества рубцовых микроорганизмов (рис. 7).



	потреблено	прошло через анастомоз	выделено с калом	выделено с мочой	усвоено в сложном желудке	усвоено в кишечнике	усвоено всего	использовано
1 опытная	23.25	30.99	10.9	6.48	-7.74	20.09	12.34	5.85
2 опытная	20.2	39.69	11.3	5.56	-19.49	28.39	8.9	3.32
3 опытная	42.79	53.71	22.84	12.16	-10.91	30.86	19.95	7.79
4 опытная	24.1	39.13	14.56	4.86	-15.03	24.57	9.54	4.68

Рис. 7 – Метаболизм фосфора в организме подопытных бычков

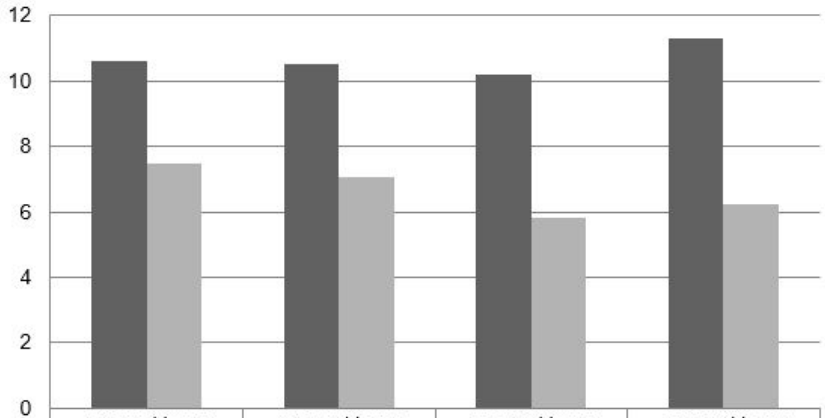
В кишечнике бычков 1-й опытной группы усвоилось 20,09 г фосфора, 2-й опытной группы – 28,39 г, 3-й опытной группы – 30,86 г и 4-й опытной группы – 24,57 г. Доля усвоенного фосфора составила от 72,12 % (в третьей опытной группе) до 140,54 % (во второй опытной группе). Необходимо отметить, что количество усвоенного в кишечнике фосфора у бычков 2-й и 4-й опытных групп было выше, чем поступило с кормом. Вероятнее всего, при учете химического состава потока дуоденального химуса и кишечного содержимого в зачет пошел и фосфор микробиоценоза сложного желудка, поступивший в кишечник. Отметим, что такая особенность фиксировалась только в группах, которым скармливали корма, заготовленные из сырья на стадии колошения.

Коэффициент усвоения фосфора во всех случаях был достоверно выше коэффициента усвоения кальция и составил от 39,59 % (4-я опытная группа) до 53,08 % (1-я опытная группа). В целом наблюдалось снижение коэффициента усвоения фосфора в группах, получавших корма, приготовленные на более поздней стадии вегетации. Кроме того, коэффициент усвоения фосфора в группах, получавших силос, был выше, чем в группах, получавших сенаж.

В случае с кальцием такой четкой зависимости выявлено не было. Если сравнивать группы, получавшие силос, то коэффициент усвоения был выше в группе, где данный корм был приготовлен из более молодого сырья (21,58 % против 19,86 %), а в группах, получавших сенаж – наоборот (18,49 % против 23,68 %). Тем не менее, так же, как и в случае с фосфором, животные, получавшие силос, усвоили относительно больше кальция, чем получавшие сенаж, приготовленный из сырья в фазе кущения.

Сравнительный анализ уровня использования фосфора показал, что максимальный коэффициент использования был в первой опытной группе (25,16 %); а минимальный – во второй опытной группе – 16,44 %. Разница в усвоении фосфора в группах, получавших сенаж, не так значительна, причем при использовании сенажа из сырья на стадии колошения коэффициент использования был выше (20,17 % против 18,21 %).

Последним этапом исследования стал анализ содержания изучаемых макроэлементов в крови подопытных животных, а также определение их соотношения (рис. 8).



	силос (фаза кущения)	силос (фаза колошения)	сенаж (фаза кущения)	сенаж (фаза колошения)
Ca, мг%	10,6	10,5	10,2	11,3
P, мг%	7,47	7,05	5,8	6,22

Рис. 8 – Концентрация кальция и фосфора в крови

Динамика концентрации кальция в крови показывает значительную стабильность. Лишь в 4-й опытной группе значение данного показателя оказалось несколько выше, чем в остальных случаях и составило 11,3 мг%. Тем не менее, следует отметить, что во всех группах уровень кальция был близок к физиологической норме, характерной для данного вида животных.

Анализ содержания фосфора показал, что у подопытных животных 1-й и 2-й опытных групп, в рационе которых использовался силос, уровень фосфора в крови был достоверно выше, чем у бычков 3-й и 4-й опытных групп, в рационе которых использовался сенаж. При использовании сырья, заготовленного на стадии колошения для производства силоса и сенажа, разница показателей по содержанию фосфора в крови была больше на 11,77 %, а при использовании сырья на стадии кущения – больше на 22,36 %.

Анализ вероятных причин подобного явления приводит к выводу о том, что при скармливании силосных рационов происходит интенсивное использование фосфора в процессах фосфорилирования при активизации процессов поступления метаболитов межуточного обмена в кровь.

Заключение

С целью изучения процессов метаболизма кальция и фосфора в организме бычков были проведены несколько этапов исследования, первым из которых был анализ содержания данных веществ в исходной зеленой массе Ежи сборной на разных стадиях вегетации, а также в сенаже и силосе, приготовленных из данного сырья. Кроме этого было определено содержание кальция и фосфора в рационе по их фактическому потреблению.

При изучении содержания кальция и фосфора в исходном сырье и кормах было отмечено резкое снижение данных показателей при использовании сырья более поздней стадии вегетации. Это согласуется с данными исследования О.А. Ельчининовой [19], отмечавшей снижение концентрации этих элементов по мере старения растений. Общее содержание и кальция, и фосфора находилось в пределах установленной нормы.

Было обнаружено более низкое содержание изучаемых веществ в рационах бычков 2-й и 4-й опытных групп, связанное, вероятнее всего, с более низкой поедаемостью кормов рациона. Расчет соотношения Ca/P в рационе показал сдвиг равновесия в сторону фосфора на более поздней стадии вегетации как при приготовлении силоса, так и сенажа. В рационе 1-й опытной группы (по фактической поедаемости) соотношение Ca/P было близко к рекомендуемому при кормлении крупного рогатого скота.

Вторым этапом исследования был собственно анализ метаболитических процессов в организме подопытных животных с использованием методов экспериментальной оперативной хирургии. Было отмечено, что доля кальция, усвоенного в кишечнике, составила: у бычков 1-й опытной группы – 18,96 %, 2-й опытной группы – 81,73 %, 4-й опытной группы – 81,29 % от количества, принятого с кормом. В третьей опытной группе большая часть кальция усвоилась в сложном желудке, что говорит о высокой доступности кальция как для организма животного, так и для микробиоценоза сложного желудка. Наибольшим коэффициентом усвоения отличался кальций рациона 4-й опытной группы, где использовался сенаж, приготовленный из сырья на стадии колошения – 23,68 %. Коэффициент использования кальция показал более стабильную динамику в первых трех группах и находился в пределах от 18,30 до 21,36 % соответственно. Исключение составляет рацион бычков 4-й опытной группы, коэффициент использования кальция которого составил 23,39 %. Таким образом, рацион с использованием сенажа, приготовленного из зеленой массы на стадии колошения, при сравнительно небольшом количестве потребленного кальция отличался наибольшей степенью его усвоения в организме подопытных животных.

В исследовании установлено, что количество усвоенного в кишечнике фосфора у бычков 2-й и 4-й опытных групп было выше, чем поступило с кормом. Вероятнее всего, при учете химического состава потока дуоденального химуса и кишечного содержимого в зачет пошел и фосфор микробиоценоза сложного желудка, поступивший в кишечник. Такая особенность фиксировалась только в группах, которым скармливали корма, заготовленные из сырья на стадии колошения.

Коэффициент усвоения фосфора во всех случаях был достоверно выше коэффициента усвоения кальция и составил от 39,59 % (4-я опытная группа) до 53,08 % (1-я опытная группа). В целом наблюдалось снижение коэффициента усвоения фосфора в группах, получавших корма, приготовленные на более поздней стадии вегетации. Кроме того, коэффициент усвоения фосфора в группах, получавших силос, был выше, чем в группах, получавших сенаж. В случае с кальцием такой четкой зависимости выявлено не было.

Последним этапом исследования стал анализ содержания изучаемых макроэлементов в крови подопытных животных, а также определение их соотношения. Динамика концентрации кальция в крови отличалась значительной стабильностью, в то время как содержание фосфора в крови колебалось в зависимости от типа рациона (силосный или сенажный). Анализ вероятных причин подобного явления приводит к выводу о том, что при скармливании силосных рационов происходит интенсивное использование фосфора в процессах фосфорилирования при активизации процессов поступления метаболитов межуточного обмена в кровь.

Список литературы

1. 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.

2. Сычева, Л. В. Обмен кальция и фосфора в организме высокопродуктивных коров при различных способах нормирования концентратов / Л. В. Сычева, Ж. А. Перевойко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 6 (72) Часть 2. – С. 26-30. DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.72.6.026

3. Баланс азота, обмен кальция и фосфора в организме бычков при использовании рационов, содержащих высокодисперсные частицы металлов / М.Я. Курилкина, Т.Н. Холодилина, Д.М. Муслюмова, О.А. Завьялов, К.Н. Атландерова // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 1. – С. 116-122. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35526281.

4. Долженкова, Г. М. Баланс азота, обмен кальция и фосфора у бычков при включении в их рацион белково-витаминно минеральной пробиотической кормовой добавки «Биодарин» / Г. М. Долженкова // Научный альманах. – 2016. – № 9-2(23). – С 174-178. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27320349.

5. 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.

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

7. Софронова, И. В. Влияние глюконата кальция разной физической формы на молочную продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы: автореф. дис. … канд. к.-с. наук / И. В. Софронова; Сам. гос. с.-х. акад. – Ижевск, 2015. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30417522.

8. Манджиев, Д. Б. Влияние типа кормления на обмен веществ и продуктивность бычков калмыцкой породы в условиях аридной зоны: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / Д. Б. Манджиев; Морд. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. – Саранск, 2014. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30411224.

9. Булгакова, Г. Рацион коров: важность кальций-фосфорного отношения / Г. Булгакова // Комбикорма. – 2014. – №3. – С. 85-87. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21252723.

10. Эленшлегер, А. А. Биохимический статус крови у стельных коров при остеомаляции / А. А. Эленшлегер, К. А. Афанасьев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (150). – С. 105-110. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28938400.

11. Синельщикова, Д. И. Изменение ионного состава крови у коров до и после отела на фоне применения БАВ / Д. . Синельщикова, Л. В. Клетикова, А. Н. Мартынов // Ветеринария и кормление. – 2020. – № 3. – С. 43-45. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43024612.

12. Курилкина, М. Я. Опыт применения экструзионных добавок с комплексом высокодисперсных металлов в кормлении мясных бычков / М. Я. Курилкина, О. А. Завьялов // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 5 (184). – С. 43-47. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39346350.

13. Reid, R. L. Relationships between Nutritive Quality and Fiber Components of Cool Season and Warm Season Forages: A Retrospective Study / R. L. Reid, G. A. Jung, W. V. Thayne // Journal of Animal Science. – 1988. – Volume 66. – Issue 5. – P. 1275-1291. – URL: https://academic.oup.com/jas/article-abstract/66/5/1275/4695733?redirectedFrom=fulltext.

14. Effect of Saccharomyces cerevisiae on Rumen Fermentation Characteristics, Nutrient Degradation and Cellulase Activity of Steers Fed Diets with Different Concentrate to Forage Ratios / Gengzhi D. and [other] // World Journal of Agricultural Research. – 2014. – Vol. 2. – №. 6. – P. 303-308. – DOI: 10.12691/wjar-2-6-10.

15. Shaver, R. D. Impact of Forage Fiber Content on Digestion and Digesta Passage in Lactating Dairy Cows / R. D. Shaver, L. D. Satter, N. A. Jorgensen // J. Dairy Sc. – 1988. – Volume 71. – Issue 6. – P. 1556-1565. – DOI:https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79719-2.

16. Влияние зерносмесей на переваримость и использование питательных веществ рационов при откорме бычков / А. Н. Арилов, А. К. Натыров, В. У. Эдгеев, В. И. Косилов, Н. В. Старцева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (74). – С. 197-201. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36716462.

17. Экономическая эффективность разных типов кормления бычков в аридной зоне России / М. Ш. Магомедов и [др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 29. – № 1 (29). – С. 68-71. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28998694.

18. Алиев, А. А. Новейшие оперативные методы исследования жвачных животных / А. А. Алиев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 147 с. – URL: http://irbiscorp.spsl.nsc.ru/webirbis-cgi-cnb-new/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=SCBK_PRINT&P21DBN=SCBK&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=FULLW_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%90%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%B2,%20%D0%90.%20%D0%90.

19. Ельчининова, О. А. Элементный химический состав лугопастбищных травостоев Северного Алтая / О. А Ельчининова // Ползуновский вестник – 2005. – № 4-2. С. 171-174. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19413668.

ANALYSIS OF CALCIUM AND PHOSPHORUS METABOLISM IN THE GASTROINTESTINAL TRACT OF THE CATTLE

Ulivanova Galina V., *Candidate of Biological Science, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, darinelle@mail.ru*

Fedosova Olga A., *Candidate of Biological Science, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, fedosowa1986@mail.ru*

Karelina Olga A., *Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology, olg90945056@yandex.ru*

Kulakov Vitaly V., *Candidate of Biological Science, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals, kulakov.vitalii@yandex.ru*

Bystrova Irina Yu., *Doctor of Agricultural Science, Full Professor of the Department of Animal Science and Biology, ibystrova66@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *The purpose of this study was to analyze the state of calcium and phosphorus metabolism in the organism of operated bulls with different types of feeding.*

Methodology. *To study the processes of mineral metabolism in animals, an investigation was carried out using the Latin square method using the techniques of experimental surgery, in particular, the installation of a scar fistula and intestinal anastomosis. The following parameters were studied: the feed intake of the diet, the content of the studied minerals and their ratios in the initial raw materials, feed, duodenal chyme, feces, urine, blood, as well as the amount of consumed, assimilated and used minerals, in particular calcium and phosphorus.* ***Results.*** *In the course of the study, a sharp decrease in calcium and phosphorus in plant materials and feeds prepared at a later stage of the growing season was noted, as well as a lower level of consumption of such feeds, which led to a decrease in the concentration of these substances in the diet and in animals. The analysis of the metabolism of the studied mineral substances revealed that the coefficient of phosphorus absorption in all cases was significantly higher than the coefficient of calcium absorption. There was a decrease in the coefficient of phosphorus assimilation in bulls in the groups that received feed prepared at a later stage of the growing season. In addition, the phosphorus absorption rate in the silage-fed groups was higher than that in the haylage-fed groups. In the case of calcium, such a clear relationship was not revealed, but in this case, there was also a tendency towards a relative increase in the absorption coefficient in animals in the groups that used silage rations. Analysis of the phosphorus content in the blood showed an increase in its concentration when using silage rations, which was explained by the activation of the processes of interstitial metabolism.* ***Conclusion****. The results of the study showed that the metabolism of calcium and phosphorus in the body depends on a number of factors, and a comprehensive analysis of their composition and structure is required for the correct adjustment of diets in order to increase the efficiency of their use.*

Key words: *metabolism, minerals, calcium, phosphorus, cattle.*

Literatura

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

2. Sycheva, L. V. Obmen kal'ciya i fosfora v organizme vysokoproduktivnyh korov pri razlichnyh sposobah normirovaniya koncentratov / L. V. Sycheva, Zh. A. Perevojko // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2018. – № 6 (72) Chast' 2. – S. 26-30. DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.72.6.026

3. Balans azota, obmen kal'ciya i fosfora v organizme bychkov pri ispol'zovanii racionov, soderzhashchih vysokodispersnye chasticy metallov / M.Ya. Kurilkina, T.N. Holodilina, D.M. Muslyumova, O.A. Zav'yalov, K.N. Atlanderova // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. – 2018. – T. 101. – № 1. – S. 116-122. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35526281.

4. Dolzhenkova, G. M. Balans azota, obmen kal'ciya i fosfora u bychkov pri vklyuchenii v ih racion belkovo-vitaminno mineral'noj probioticheskoj kormovoj dobavki «Biodarin» / G. M. Dolzhenkova // Nauchnyj al'manah. – 2016. – № 9-2(23). – S 174-178. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27320349.

5. 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.

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

7. Sofronova, I. V. Vliyanie glyukonata kal'ciya raznoj fizicheskoj formy na molochnuyu produktivnost' korov-pervotelok cherno-pestroj porody: avtoref. dis. … kand. k.-s. nauk / I. V. Sofronova; Sam. gos. s.-h. akad. – Izhevsk, 2015. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30417522.

8. Mandzhiev, D. B. Vliyanie tipa kormleniya na obmen veshchestv i produktivnost' bychkov kalmyckoj porody v usloviyah aridnoj zony: avtoreferat dis. ... kand. s.-h. nauk / D. B. Mandzhiev; Mord. gos. un-t im. N.P. Ogareva. – Saransk, 2014. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30411224.

9. Bulgakova, G. Racion korov: vazhnost' kal'cij-fosfornogo otnosheniya / G. Bulgakova // Kombikorma. – 2014. – №3. – S. 85-87. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21252723.

10. Elenshleger, A. A. Biohimicheskij status krovi u stel'nyh korov pri osteomalyacii / A. A. Elenshleger, K. A. Afanas'ev // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 4 (150). – S. 105-110. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28938400.

11. Sinel'shchikova, D. I. Izmenenie ionnogo sostava krovi u korov do i posle otela na fone primeneniya BAV / D. . Sinel'shchikova, L. V. Kletikova, A. N. Martynov // Veterinariya i kormlenie. – 2020. – № 3. – S. 43-45. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43024612.

12. Kurilkina, M. Ya. Opyt primeneniya ekstruzionnyh dobavok s kompleksom vysokodispersnyh metallov v kormlenii myasnyh bychkov / M. Ya. Kurilkina, O. A. Zav'yalov // Agrarnyj vestnik Urala. – 2019. – № 5 (184). – S. 43-47. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39346350.

13. Reid, R. L. Relationships between Nutritive Quality and Fiber Components of Cool Season and Warm Season Forages: A Retrospective Study / R. L. Reid, G. A. Jung, W. V. Thayne // Journal of Animal Science. – 1988. – Volume 66. – Issue 5. – P. 1275-1291. – URL: https://academic.oup.com/jas/article-abstract/66/5/1275/4695733?redirectedFrom=fulltext.

14. Effect of Saccharomyces cerevisiae on Rumen Fermentation Characteristics, Nutrient Degradation and Cellulase Activity of Steers Fed Diets with Different Concentrate to Forage Ratios / Gengzhi D. and [other] // World Journal of Agricultural Research. – 2014. – Vol. 2. – №. 6. – P. 303-308. – DOI: 10.12691/wjar-2-6-10.

15. Shaver, R. D. Impact of Forage Fiber Content on Digestion and Digesta Passage in Lactating Dairy Cows / R. D. Shaver, L. D. Satter, N. A. Jorgensen // J. Dairy Sc. – 1988. – Volume 71. – Issue 6. – R. 1556-1565. – DOI:https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79719-2.

16. Vliyanie zernosmesej na perevarimost' i ispol'zovanie pitatel'nyh veshchestv racionov pri otkorme bychkov / A. N. Arilov, A. K. Natyrov, V. U. Edgeev, V. I. Kosilov, N. V. Starceva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 6 (74). – S. 197-201. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36716462.

17. Ekonomicheskaya effektivnost' raznyh tipov kormleniya bychkov v aridnoj zone Rossii / M. Sh. Magomedov i [dr.] // Problemy razvitiya APK regiona. – 2017. – T. 29. – № 1 (29). – S. 68-71. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28998694.

18. Aliev, A. A. Novejshie operativnye metody issledovaniya zhvachnyh zhivotnyh / A. A. Aliev. – M.: Agropromizdat, 1985. – 147 s. – URL: http://irbiscorp.spsl.nsc.ru/webirbis-cgi-cnb-new/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=SCBK_PRINT&P21DBN=SCBK&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=FULLW_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%90%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%B2,%20%D0%90.%20%D0%90.

19. El'chininova, O. A. Elementnyj himicheskij sostav lugopastbishchnyh travostoev Severnogo Altaya / O. A El'chininova // Polzunovskij vestnik – 2005. – № 4-2. S. 171-174. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19413668.

УДК 631.4: 531.619

DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.014

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ПОЧВЕННЫХ ГРУНТОВ

ШЕРШНЕВА Екатерина Сергеевна, *аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, Рязанский государственный агротехнологический университет, yekaterina.shershnewa@yandex.ru*

Проблема и цель. *Целью исследований явилось изучение биологического действия и последействия почвенных грунтов из осадка стоков производства кожи на микробиологическую активность и изменение азотного режима супесчаной дерново-подзолистой почвы в посевах ярового тритикале и райграса однолетнего.*

Методология. *Проведено исследование урожайности и химического состава растений ярового тритикале, райграса однолетнего в зависимости от изменений микробиологической активности, азотного режима слабогумусированной супесчаной дерново-подзолистой почвы под влиянием почвенных грунтов из осадка стоков производства кожи, отличных по составу. Полевые исследования проводились в вегетационно-полевом и мелкоделяночном опытах в климатических условиях Владимирской области на базе ФГБНУ ВНИИОУ в 2016, 2017, 2018 годах. Почвогрунты вносились с разбавлением в расчете на дозу 60 т/га и с полной заменой пахотного слоя почвогрунтом на глубину 20 см. Микробиологический анализ почвенных проб по вариантам опытов проводили методом количественного учета, агрохимические исследования почвы и растений – общепринятыми методами агрохимического анализа.*

Результаты. *Полученные результаты свидетельствуют об улучшении условий азотного питания растений, повышении содержания аммонийного азота в почве и, как следствие, урожайности за счет стимуляции микробиологических процессов в почве под влиянием почвенных грунтов. Действие почвогрунтов из осадка стоков производства кожи на изменение азотного режима проявляется в повышении содержания аммонийного азота в почве на 45-138 % в зависимости от влажности почвы, фазы вегетации растений и состава почвогрунтов. Наибольшая биологическая эффективность почвогрунтов определена в варианте с включением растительного грунта в состав компоста.*

Заключение. *Биологическое действие и последействие искусственных грунтов, произведенных из осадка стоков производства кожи, на супесчаную дерново-подзолистую почву выражается в повышении микробиологической активности, улучшении азотного режима почвы, повышении урожайности растений.*

Ключевые слова: *кожевенное производство, урожайность, микробиологическая активность, азотный режим, супесчаная дерново-подзолистая почва.*

© Шершнева Е. С., 2021 г.

Введение

Почвенные грунты применяются при создании газонов при благоустройстве территории. При этом основным показателем качества и безопасности является биологическая эффективность. Сведения о результатах полевых исследований на эту тему в научной литературе единичны.

Компосты из осадка стоков биологических очистных сооружений, вносятся в песчаные и супесчаные почвы в дозах от 10 т/га до 40 т/га, на легкосуглинистых – от 10 т/га до 50 т/га [1-12].

Рекомендации подтверждаются исследованиями А.А. Мартынюк, В.Н. Кураева (2012 г), проведенными совместно с сотрудниками ВНИИЛМ в 2006-2007 гг. в тепличном комплексе Семеновского спецсемлесхоза. В опытах изучалась эффективность применения смесей из осадка сточных вод кожевенного производства, верхового торфа и песка при выращивании хвойных культур с добавлением органического удобрения «Торфос». Результатами установлено эффективное соотношение смеси осадка сточных вод с песком и «Торфоса» с торфом – 1:50. Высота опытных растений была выше контрольных на 14 %.

Выращивание злаковых культур на серых лесных почвах в условиях Рязанской области с применением компоста из осадка в дозе 45 т/га повышало урожайность зерна озимой пшеницы на 139-163 % [8, 9,13,14].

В исследованиях Шершневой Е. С. с соавторами при выращивании злаковой газонной травосмеси эффективной дозой внесения в почву органических удобрений (компостов) из осадков сточных вод кожевенного производства определена доза в 30 т/га. [9,15-20].

Производство почвогрунтов путем разбавления концентрированного компоста природными инертными материалами (песок, растительный грунт, торф) до оптимальных для растений показателей снижает риск загрязнения окружающей среды при хранении и применении агрохимиката.

Результатами четырехлетних исследований Шершневой Е.С по изучению влияния многокомпонентных почвенных грунтов на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы подтверждены оптимизация реакции почвенной среды, повышение содержания органического вещества более чем на 140 %, подвижных форм фосфора, калия на 100 % [16].

Полученные результаты свидетельствуют об агрономической ценности почвенных грунтов из осадков сточных вод и необходимости проведения полевых исследований по определению их биологической эффективности и экологической безопасности при выращивании растений.

Целью исследований явилось изучение биологического действия и последействия почвенных грунтов из осадка стоков производства кожи на микробиологическую активность и изменение азотного режима супесчаной дерново-подзолистой почвы в посевах ярового тритикале и райграса однолетнего.

Методика исследований

Исследования проводились в почвенно-климатических условиях Владимирской области.

Объектом изучения выбраны тест-культуры ярового тритикале, сорт «Амиго» (2016 год, действие) и райграс однолетний, сорт «Изорский» (2017-2019 год, последействие) [16].

Почва опытного участка супесчаная дерново-подзолистая со слабокислой реакцией среды, средним и низким содержанием обменного фосфора, калия, низкими значениями сумм поглощенных оснований.

В 2016 г. на опытных участках вносились почвенные грунты трех видов, отличавшихся по составу природными наполнителями: торф, песок (состав 3), растительный грунт (состав 2), инертный материал (состав 1), добавленными к компосту.

Агрохимический состав почвогрунтов оптимален для выращивания древесно-кустарниковых насаждений, газонных трав, цветочных культур.

По степени воздействия на окружающую среду изучаемые грунты безопасны, что подтверждено результатами биотестирования, проведенными с использованием тест-объектов: Scenedesmusquadricauda (Turp.) Bred или Selenastrumcapricornutum; DaphniamagnaStraus по ПНД Ф 14.1:2:4.12-06; ПНД Ф 16.1:2:3.9-06.

По химическому составу почвенные грунты соответствовали нормативным требованиям для «чистой» почвы в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09.

Внесение почвогрунтов проводили весной 2016 года перед посевом ярового тритикале. В вегетационном полевом опыте внесение осуществлялось вручную в сосудах без дна с полной заменой почвы. В мелкоделяночном опыте почвогрунты вносились в дозе 60 т/га с заделкой в почву на глубину 18-20 см мотоблоком. В контрольных вариантах обоих опытов почвогрунты не вносились. Повторность в вегетационном и мелкоделяночном опытах четырехкратная. Расположение вариантов рандомизированное. Посев райграса проводили вручную весной 2017 года.

В опытах изучались 4 варианта: 1 – контрольный; варианты 2,3,4 соответствовали составу почвенных грунтов 1,2,3.

Почвенные исследования в опытах включали: отбор проб почвенных образцов по ГОСТ 17.4.4.02-2017; инструментальное определение влаги – по ГОСТ 28268, массовой доли азота аммония – по ГОСТ 26489, валового содержания цинка, свинца, хрома, меди, кадмия – по ПНДФ 16.1;2.2;2.3.36-02 и подвижных форм хрома согласно РД 52.18.289-90.

Микробиологические исследования почвы проводились методом количественного учета. Исследования растений включали лабораторное определение содержания сухого вещества (влаги), азота, фосфора, калия в надземной части растений.

Анализ результатов

В период исследований в обоих опытах под влиянием почвогрунтов наблюдались изменения агрохимических показателей в дерново-подзолистой почве всех вариантов. Отмечено увели-

чение содержания органического вещества при внесении грунтов в дозе 60 т/га на 10-41 %, при полной замене почвы почвенным грунтом – на 141-313 %. Значение этого показателя на третий год исследований соответствовало уровню сильно гумифицированной почвы. Наибольший эффект был достигнут при использовании почвогрунтов с добавлением растительного грунта и торфа к компосту. [15,16].

Показателем микробиологической активности и экологической безопасности изучаемых почвогрунтов была выбрана численность наиболее ценных физиологических групп микроорганизмов, трансформирующих азот.

Результаты показали положительную динамику роста микробиологической активности по сравнению с контролем в 2017 году (рис. 1).

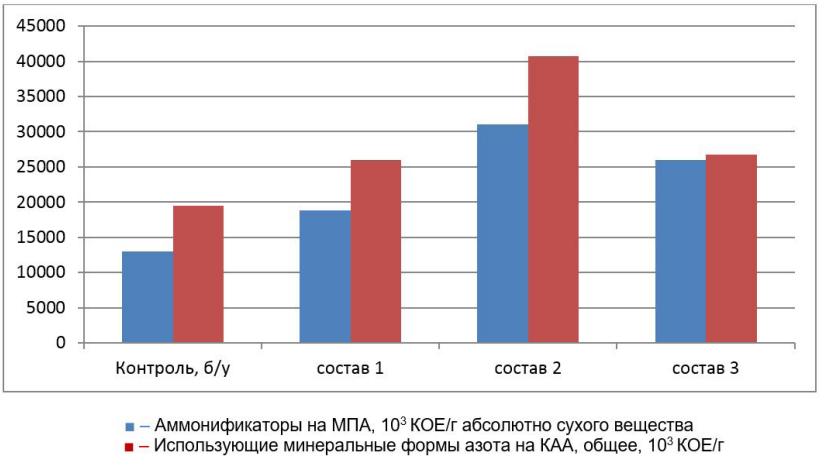


Рис. 1 – Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы под влиянием почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства

В конце вегетационного периода 2017 года в агроценозе райграса однолетнего численность аммонификаторов во всех вариантах вегетационно-полевого опыта с полной заменой почвы многокомпонентными грунтами была выше контрольных значений. При внесении в почву почвогрунтов превышение численности аммонификаторов составило 45 % в варианте 2 при использовании инертного компонента в составе почвогрунта (состав 1); 99 % в варианте 4 при добавлении в компост торфа, песка (состав 4) и 138 % в варианте 3 при смешивании компоста на основе ОСВ с растительным грунтом (состав 3).

Аналогичные результаты получены при анализе численности микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, учет которых проводился путем посева на КАА.

Численность превысила контрольный вариант на 34 % в варианте 2 (состав 1), на 38 % в варианте 4 (состав 3) и на 109 % в варианте 3 (состав 2).

Повышение микробиологической активности почвы способствовало накоплению в почве аммонийного азота, имеющего физиологическое значение для роста и развития растений (табл. 1).

Его содержание в вегетационные периоды 2016, 2017, 2018 годов зависело от фазы развития культур, влажности почвы и состава опытных грунтов и имело положительную динамику (рис. 2).

Таблица 1 – Действие почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства на динамику содержания аммиачного азота в дерново-подзолистой супесчаной почве (2016 г)

п/п	Вариант	Выход в трубку		Цветение		Полная спелость		N- NH_4, сред-нее
		N-NH_4 , мг/кг	Влажно-сть, %.	N-NH_4 , мг/кг	Влаж-ность %.	N-NH_4 , мг/кг	Влажно-сть, %.	
1	Контроль, б/у	1,80±0,45	9,4±2,1	1,23±0,30	9,7±2,42	3,07±0,76	10,7±2,67	2,03
	% к контролю	100	100	100	100	100	100	100
2	Состав 1	2,48±0,62	8,5±2,1	1,37±0,34	8,7±2,17	3,53±0,88	11,1±2,78	2,46
	% к контролю	137,8	90,4	111,4	89,7	115,0	103,7	121,2
3	Состав 2	2,15±0,50	7,4±1,85	2,38±0,57	9,2±2,30	3,99±0,99	11,1±2,78	2,84
	% к контролю	119,4	78,7	193,5	94,8	130,0	102,8	139,9
4	Состав 3	2,52±0,60	8,6±2,15	3,21±0,80	8,6±2,15	4,12±1,03	11,1±2,78	3,28
	% к контролю	140,0	91,5	261,0	88,7	134,2	103,7	161,6

В течение вегетации ярового тритикале накопление аммонийного азота превысило контроль во всех вариантах опыта в среднем на 21-61 % .

Особенно выражено это проявилось в период интенсивного потребления азота растениями в фазу выхода в трубку. В этот период развития растений отличия от контроля по вариантам опыта составляли 19 % в варианте 3 (состав 2) и 37%, 40 % в вариантах 1 и 3.

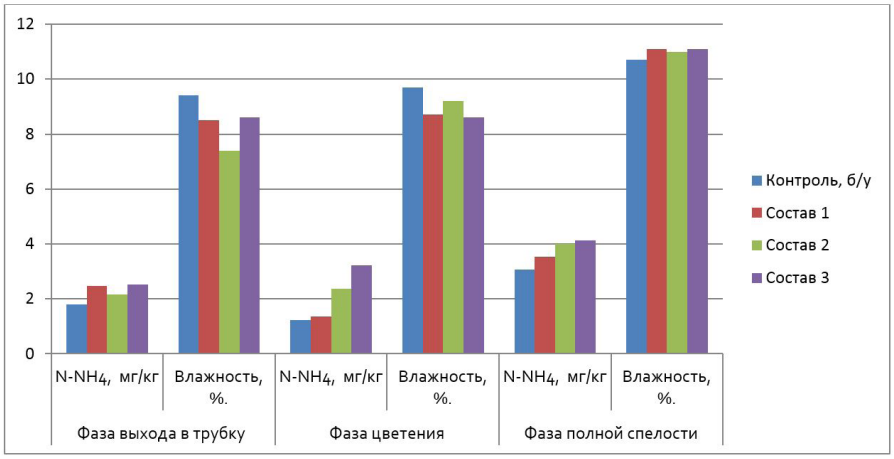


Рис. 2 – Динамика содержания аммиачного азота в дерново-подзолистой почве по фазам развития ярового тритикале в вегетационно-полевом опыте

По мере снижения потребления азота растениями его содержание в почве под влиянием почвенных грунтов сохранялось. В фазу полной спелости отличия от контроля по вариантам опыта составляли 15 %, 30 %, 34 %.

Показателем положительного влияния почвенных грунтов на содержание минерального азота в дерново-подзолистой почве является накопление азота в генеративных и вегетативных органах растений в конце вегетации. Содержание азота в зерне ярового тритикале в опытных вариантах превышало контрольные значения на 1,5-6,15 %, в соломе это показатель отличался от контрольного на величину от 180 % до 300 %. (рис. 3)

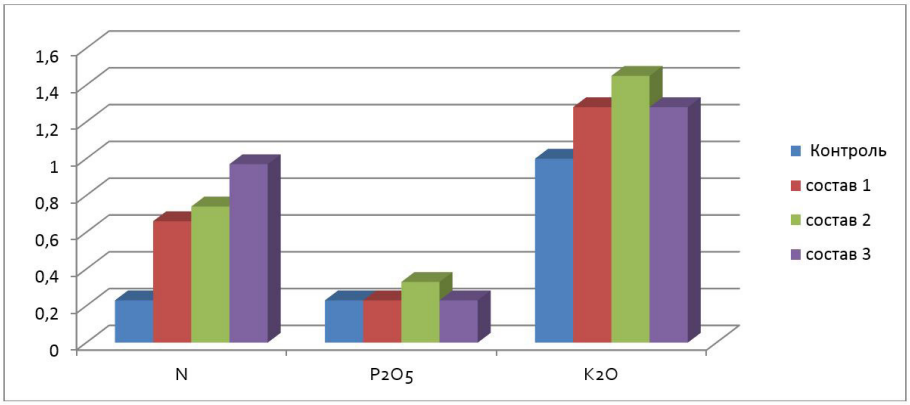


Рис. 3 – Влияние многокомпонентных почвенных грунтов на содержание азота в соломе ярового тритикале (2016 г)

Результаты исследований накопления минерального азота в почве подтвердили результаты, полученные в 2016 году.

В период 2017, 2018 годов в посевах райграса однолетнего сорта «Изорский» наибольшее содержание минеральных форм азота в почве выявлено в фазы всходов и кущения. Снижение содержания азота в почве в фазу колошения обусловлено интенсивным потреблением его биомассой райграса.

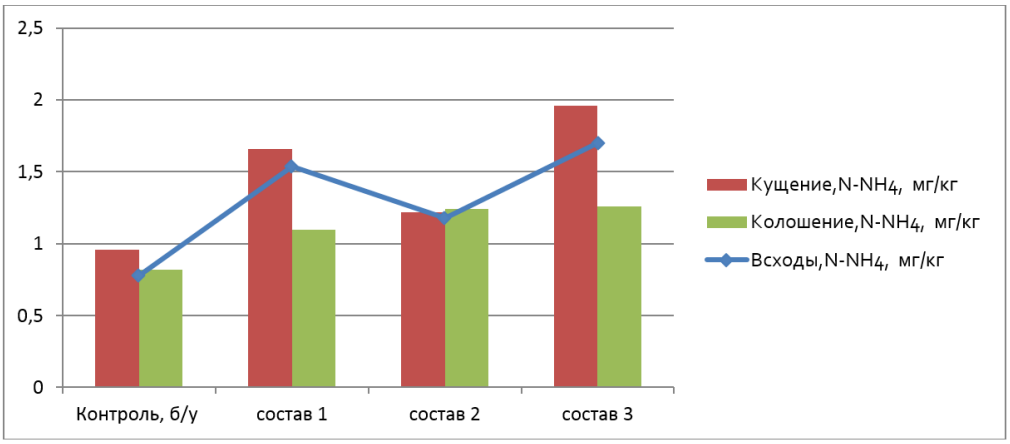


Рис. 4 – Количество аммонийного и нитратного азота в почве по вариантам опыта (2017-2018 гг.)

Повышение содержания азота (аммонийного и нитратного) в дерново-подзолистой почве по вариантам опыта за период 2017-2018 гг. превышало контроль на 24 %, 23 %, 33 %.

Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы под влиянием почвогрунтов положительно сказалось на урожае ярового тритикале в первый год после внесения, сохраняя биологическую эффективность в последействии на протяжении трех лет.

Урожайность зерна ярового тритикале при полной замене почвы почвогрунтом в 2016 году превысила контроль на величину от 27 % в варианте с почвогрунтом состава 1 и до 96 % в варианте с почвогрунтом состава 2. Отличия урожайности соломы тритикале были аналогичными и составляли 19-92% (рис. 5).

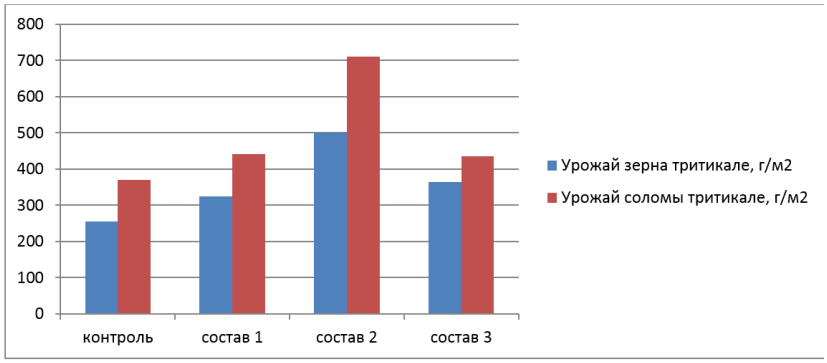


Рис. 5 – Влияние почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства на урожайность ярового тритикале в зависимости от состава (2016 г)

В агроценозе райграса однолетнего на второй год после полной замены почвы почвогрунтами составов 1,2,3, наблюдалось увеличение сырой массы райграса на 221 %, 351 % и 279 % соответственно (рис. 6).

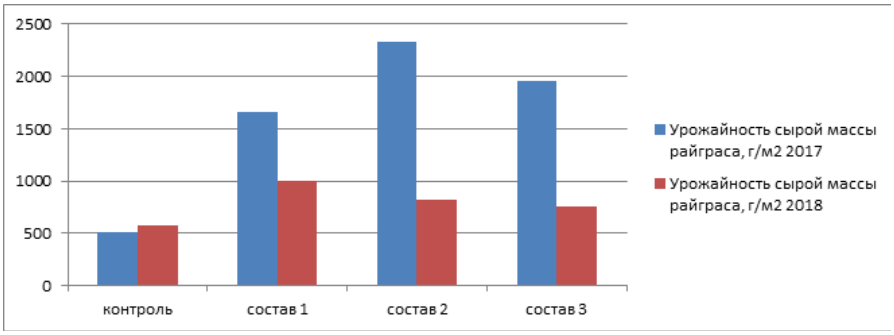


Рис. 6 – Динамика урожайности сырой массы райграса однолетнего в последействии почвенных грунтов (2017, 2018 г)

Выводы

1. Биологическое действие и последействие искусственных грунтов, произведенных из ОСВ кожевенного производства, на супесчаную дерново-подзолистую почву выражается в повышении микробиологической активности, улучшении азотного режима почвы, повышении урожайности растений.

2. Показатели микробиологической активности зависят от состава почвенного грунта и повышаются от 45 % до 109 %.

3. Действие и последействие почвогрунтов на изменение азотного режима зависят от влажности почвы, фазы вегетации растений и состава почвогрунтов, проявляясь в повышении содержания аммонийного азота в почве на 45-138 %. Наибольшую биологическую эффективность проявляют почвогрунты с включением растительного грунта в состав компоста.

4. Повышение урожайности растений под действием почвогрунтов составляет 19-92 % для ярового тритикала в первый год внесения. В последействии урожайность райграса однолетнего превышает контроль на 200 % и более.

Список литературы

1. Федорова М.Н. Агроэкологическое обоснование применения компоста на основе осадка сточных вод кожевенного производства при выращивании озимой пшеницы: специальность 03.00.16 «Экология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Федорова Мария Николаевна; Российский государственный аграрный университет. - Москва, 2007/ - 25 с. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=15838504

2.Васбиева М.Т. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на динамику содержания органического углерода и азотный режим дерново-подзолистой почвы. / М.Т. Васбиева // Почвоведение. - 2019. № 11.- С.1365-1372. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=40808208

3.Володина О.А. Анализ проблемы переработки осадков сточных вод./ О.А. Володина // Поволжский научный вестник. - 2019. - №1. -С. 31-37.

URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38310279

4.Карякина С.Д. Агроэкологическая эффективность аэробного компостирования осадков сточных вод при производстве органических удобрений / С.Д. Карякина, А.В.Карякин, В.А.Касатиков // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. - №3. – С.14-18.. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=29119916

5.Касатиков В.А. Влияние последействия систематического внесения осадка городских сточных вод и действие доломитовой муки на накопление тяжелых металлов растениями озимой пшеницы / В.А. Касатиков, Т.Н. Болышева // Ресурсосберегающие технологии использования органических удобрений в земледелии / Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа. -Владимир, 2009.- С.168-174. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=17061140

6.Касатиков В.А. Действие и последействие вермигуматов на агроэкологические свойства с.-х. культур и их урожайность [опыты по рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами в результате длительного ежегодного внесения осадка сточных вод] / В.А. Касатиков, И.И.Васенев, Н.П. Шабардина // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI в.: Достижения, проблемы, перспективы / научно-практический Центр НАН Беларуси по биоресурсам.- Минск, 2013.-С.114-120 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27188180

7.Касатиков В.А. Последействие биологически модифицированных компостов на агрохимический состав почвы, макроэлементный состав зерновых культур и на урожайность [компосты на основе осадка сточных вод с использованием микробиологических препаратов Баркон и Биофорс]/ В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина // Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии / Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа. - Владимир, 2013.-Т.2.-С.36-41. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=2651005

8.Касатиков В.А. Последействие внесения ОСВ и известкования на содержание подвижных форм тяжелых металлов в пахотном слое почвы и их транслокацию в растительную продукцию / В. А. Касатиков, М. С. Чемерис, И.М. Яшин, А.А. Пескарев // Плодородие. – 2012. –№ 5. – С. 45-47. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=25686792

9.Климова Е.В. Утилизация осадков городских сточных вод [использование осадков сточных вод в качестве удобрений/ Е.В. Климова //Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. - 2001. - № 1. С.117. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=6457589

10.Корнеева И.Ю. Биоиндикационные показатели калифорнийского червя при вермикомпостировании почв с осадком сточных вод кожевенного производства / И.Ю. Корнеева, С.А. Нефедова // Интеграция науки и бизнеса в агропромышленном комплексе : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Курганской ГСХА. – Курган, 2014 – С. 228-232. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=22531908

11.Матюхин М.С. Биологическая эффективность почвенного грунта на основе осадков сточных вод при выращивании райграса однолетнего сорта «Изорский» / М.С. Матюхин, С.Д. Карякина, Е.С. Шершнева // Инновации в науке и практике: материалы VIII международной научно-практической конференции. В 5 частях. – Барнаул, 2018 – С. 92-69. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=36622773

12.Пескарев А.А. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы супесчаной почвы при применении удобрений на основе осадка сточных вод. / А.А. Пескарев, И.М. Яшин, В.А. Касатиков // Плодородие. – 2011. - № 1. – С. 9-10. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24125320

13.Правкина С.Д. Ответная морфологическая реакция сеянцев сосны обыкновенной на биокомпост на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений/ С.Д. Правкина, Н.А. Кузьмищев, В.И. Левин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013.№ 4 (20) – С.45-48 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21103835

14.Технологии переработки отходов кожевенного производства / А.В. Шестов//Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2016.– № 8 (18). - С.179-185. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=27701219

15.Титова Г.А. Действие и последействие осадков городских сточных вод и навоза КРС на урожайность сельскохозяйственных культур / Г.А. Титова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. № 3 (19). С. 43-46. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=179424

16.Хабарова Т.В. Экологическая оценка вермикомпостирования отходов сельскохозяйственного производства / Т.В. Хабарова, А.В.Демина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – Рязань, 2018. – № 1 (6). – С. 44-49. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42954260

17.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=29119947

18.Шершнева Е.С. Влияние почвенных грунтов на основе осадков сточных вод кожевенного производства на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы / Е.С. Шершнева, С.Д. Карякина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2020. - № 2.(46). - С.130-137. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=4317357

19.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/Всероссийский научно-иссле-

довательский институт механизации и информации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – Рязань, 2015. – С.184-188. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=30685872

20.Шершнева Е.С. Перспективы биологической рекультивации нарушенных земель с использованием компостов на основе осадков сточных вод / Е.С. Шершнева, М.С. Матюхин, С.Д. Карякина [и др.] // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: Материалы Международной научно-практической конференции - Волгоград, 2017 - С. 368-375. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30313305

BIOLOGICAL EFFECTS AND AFTEREFFECTS OF SOILS

SHershneva Ekaterina S., *Postgraduate Student of the Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, yekaterina.shershnewa@yandex.ru, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*

Problem and purpose. *The purpose of the research was to study the biological effect and aftereffect of soils from the sewage sludge of leather production on the microbiological activity and changes in the nitrogen regime of sandy loam sod-podzolic soil in crops of spring triticale and annual ryegrass.*

Methodology. *A study considered the yield and chemical composition of plants of spring triticale, annual ryegrass, depending on changes in microbiological activity, nitrogen regime of low-humus sandy loamy sod-podzolic soil under the influence of soil from the wastewater sludge of leather production, different in composition. Field studies were carried out in vegetation-field and small-plot experiments in the climatic conditions of Vladimir region on the basis of FSBSI VNIIOU in 2016, 2017, 2018. Soils were applied with dilution at a dose of 60 t/ha and with a complete replacement of the topsoil by soil at a depth of 20 cm. Microbiological analysis of soil samples according to the variants of experiments was carried out by the method of quantitative accounting, agrochemical studies of soil and plants - by conventional methods of agrochemical analysis.*

Results. *The results obtained indicate an improvement in the conditions for nitrogen nutrition of plants, an increase in the content of ammonium nitrogen in the soil and, as a consequence, the yield due to stimulation of microbiological processes in the soil under the influence of soils. The effect of soils from the sludge of leather production on the change in nitrogen regime was manifested in an increase in the content of ammonium nitrogen in the soil by 45-138 %, depending on soil moisture, the phase of vegetation of plants and the composition of soil. The highest biological efficiency of soil was determined in the variant with the inclusion of plant soil in the compost.*

Conclusion. *The biological effect and aftereffect of artificial soils produced from the sludge of leather production on sandy loamy sod-podzolic soil is expressed in an increase in microbiological activity, an improvement in the nitrogen regime of the soil, an increase in plant productivity.*

Key words: *leather production, productivity, microbiological activity, nitrogen regime, sandy loamy sod-podzolic soil.*

Literatura

1.Fedorova M.N. Agroekologicheskoe obosnovanie primeneniya komposta na osnove osadka stochnyh vod kozhevennogo proizvodstva pri vyrashchivanii ozimoj pshenicy: special'nost' 03.00.16 «Ekologiya»: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk / Fedorova Mariya Nikolaevna; Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. - Moskva, 2007/ - 25 c. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=15838504

2.Vasbieva M.T. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya organicheskih i mineral'nyh udobrenij na dinamiku soderzhaniya organicheskogo ugleroda i azotnyj rezhim dernovo-podzolistoj pochvy. / M.T. Vasbieva // Pochvovedenie. - 2019. № 11.- S.1365-1372. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=40808208

3.Volodina O.A. Analiz problemy pererabotki osadkov stochnyh vod./ O.A. Volodina // Povolzhskij nauchnyj vestnik. - 2019. - №1. -S. 31-37. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38310279

4.Karyakina S.D. Agroekologicheskaya effektivnost' aerobnogo kompostirovaniya osadkov stochnyh vod pri proizvodstve organicheskih udobrenij / S.D. Karyakina, A.V.Karyakin, V.A.Kasatikov // Problemy agrohimii i ekologii. – 2014. - №3. – S.14-18.. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=29119916

5.Kasatikov V.A. Vliyanie posledejstviya sistematicheskogo vneseniya osadka gorodskih stochnyh vod i dejstvie dolomitovoj muki na nakoplenie tyazhelyh metallov rasteniyami ozimoj pshenicy / V.A. Kasatikov, T.N. Bolysheva // Resursosberegayushchie tekhnologii ispol'zovaniya organicheskih udobrenij v zemledelii / Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij, konstruktorskij i proektno-tekhnologicheskij institut organicheskih udobrenij i torfa. -Vladimir, 2009.- S.168-174. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=17061140

6.Kasatikov V.A. Dejstvie i posledejstvie vermigumatov na agroekologicheskie svojstva s.-h. kul'tur i ih urozhajnost' [opyty po rekul'tivacii pochv, zagryaznennyh tyazhelymi metallami v rezul'tate dlitel'nogo ezhegodnogo vneseniya osadka stochnyh vod] / V.A. Kasatikov, I.I.Vasenev, N.P. SHabardina // Vermikompostirovanie i vermikul'tivirovanie kak osnova ekologicheskogo zemledeliya v XXI v.: Dostizheniya, problemy, perspektivy / nauchno-prakticheskij Centr NAN Belarusi po bioresursam.- Minsk, 2013.-S.114-120 URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27188180

7.Kasatikov V.A. Posledejstvie biologicheski modificirovannyh kompostov na agrohimicheskij sostav pochvy, makroelementnyj sostav zernovyh kul'tur i na urozhajnost' [komposty na osnove osadka stochnyh vod

s ispol'zovaniem mikrobiologicheskih preparatov Barkon i Biofors]/ V.A. Kasatikov, N.P. SHabardina // Sistemy ispol'zovaniya organicheskih udobrenij i vozobnovlyaemyh resursov v landshaftnom zemledelii / Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij, konstruktorskij i proektno-tekhnologicheskij institut organicheskih udobrenij i torfa. - Vladimir, 2013.-T.2.-S.36-41. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=2651005

8.Kasatikov V.A. Posledejstvie vneseniya OSV i izvestkovaniya na soderzhanie podvizhnyh form tyazhelyh metallov v pahotnom sloe pochvy i ih translokaciyu v rastitel'nuyu produkciyu / V. A. Kasatikov, M. S. CHemeris, I.M. YAshin, A.A. Peskarev // Plodorodie. – 2012. –№ 5. – S. 45-47. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=25686792

9.Klimova E.V. Utilizaciya osadkov gorodskih stochnyh vod [ispol'zovanie osadkov stochnyh vod v kachestve udobrenij/ E.V. Klimova //Ekologicheskaya bezopasnost' v APK. Referativnyj zhurnal. - 2001. - № 1. S.117. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=6457589

10.Korneeva I.YU. Bioindikacionnye pokazateli kalifornijskogo chervya pri vermikompostirovanii pochv s osadkom stochnyh vod kozhevennogo proizvodstva / I.YU. Korneeva, S.A. Nefedova // Integraciya nauki i biznesa v agropromyshlennom komplekse : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu Kurganskoj GSKHA. – Kurgan, 2014 – S. 228-232.URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=22531908

11.Matyuhin M.S. Biologicheskaya effektivnost' pochvennogo grunta na osnove osadkov stochnyh vod pri vyrashchivanii rajgrasa odnoletnego sorta «Izorskij» / M.S. Matyuhin, S.D. Karyakina, E.S. SHershneva // Innovacii v nauke i praktike: materialy VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. V 5 chastyah. – Barnaul, 2018 – S. 92-69. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=36622773

12.Peskarev A.A. Agrohimicheskie svojstva dernovo-podzolistoj pochvy supeschanoj pochvy pri primenenii udobrenij na osnove osadka stochnyh vod. / A.A. Peskarev, I.M. YAshin, V.A. Kasatikov // Plodorodie. – 2011. - № 1. – S. 9-10. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24125320

13.Pravkina S.D. Otvetnaya morfologicheskaya reakciya seyancev sosny obyknovennoj na biokompost na osnove osadkov stochnyh vod gorodskih ochistnyh sooruzhenij/ S.D. Pravkina, N.A. Kuz'mishchev, V.I. Levin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2013.№ 4 (20) – S.45-48 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21103835

14.Tekhnologii pererabotki othodov kozhevennogo proizvodstva / A.V. SHestov//Innovacionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. – 2016.– № 8 (18). - S.179-185. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=27701219

15.Titova G.A. Dejstvie i posledejstvie osadkov gorodskih stochnyh vod i navoza KRS na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur / G.A. Titova // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2012. № 3 (19). S. 43-46. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=179424

16.Habarova T.V. Ekologicheskaya ocenka vermikompostirovaniya othodov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / T.V. Habarova, A.V.Demina // Vestnik Soveta molodyh uchenyh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – Ryazan', 2018. – № 1 (6). – S. 44-49. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42954260

17.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=29119947

18.SHershneva E.S. Vliyanie pochvennyh gruntov na osnove osadkov stochnyh vod kozhevennogo proizvodstva na agrohimicheskie pokazateli dernovo-podzolistoj pochvy / E.S. SHershneva, S.D. Karyakina // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2020. - № 2.(46). - S.130-137. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=4317357

19.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/ Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizacii i informacii agrohimicheskogo obespecheniya sel'skogo hozyajstva. – Ryazan', 2015. – S.184-188. URL:https://elibrary.ru/item.asp?id=30685872

20.SHershneva E.S. Perspektivy biologicheskoj rekul'tivacii narushennyh zemel' s ispol'zovaniem kompostov na osnove osadkov stochnyh vod / E.S. SHershneva, M.S. Matyuhin, S.D. Karyakina [i dr.] // Ekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii - Volgograd, 2017 - S. 368-375. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30313305

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.53.01

DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.015

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СМЕСИТЕЛЯ СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

АЛДОШИН Николай Васильевич, *д-р техн. наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, naldoshin@yandex.ru*

ВАСИЛЬЕВ Александр Сергеевич, *канд. с.-х. наук, доцент, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, vasilevtgsha@mail.ru*

ГОЛУБЕВ Вячеслав Викторович, *д-р техн. наук, профессор, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, slavasddg@mail.ru*

ЦЫМБАЛ Александр Андреевич, *д-р с.-х. наук, профессор, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, tcimbalaa@yandex.ru*

Проблема и цель. *Целью настоящей работы являлась разработка эффективной конструкции перемешивающего устройства для приготовления посевного материала травосмесей, а также лабораторные исследования результативности работы смесителя.*

Методология. *Для достижения цели объектом исследования выбран экспериментальный смеситель семян, позволяющий осуществлять высококачественное перемешивание семенного материала многолетних трав, отличающийся различными размерно-массовыми параметрами. В ходе проведения исследований была разработана и изготовлена работоспособная конструкция смесителя, защищённая патентом РФ, позволяющая осуществлять высококачественное перемешивание семян, характеризующееся также низким травмирующим воздействием на смешиваемые компоненты. Это, в частности, подтверждено результатами определения основных посевных характеристик – лабораторной всхожести и энергии прорастания, значения которых, как правило, только возрастали, что связано с оказываемым физическим воздействием на достаточно плотные семенные оболочки семян трав, способствующим в условиях достаточной влагообеспеченности улучшению их прорастания. Определение эффективности разных способов приготовления травосмесей осуществлялось инструментально при помощи литровой пурки, для чего до начала и после окончания процесса смешивания проводили определение натуры семян перемешиваемых культур.*

Результаты. *Выявлено, что оптимальным эксплуатационным режимом для приготовления травосмеси, состоящей из клевера лугового, овсяницы луговой, тимофеевки луговой, а также ежи сборной и овсяницы луговой является восьмиминутное смешивание с частотой вращения рабочего органа 16 об/мин; смеси, состоящей из райграса пастбищного, ежи сборной, мятлика лугового – 12 минут при 16 об/мин; из райграса пастбищного, клевера ползучего, клевера лугового, тимофеевки луговой – 10 минут при 12 об/мин.*

Заключение. *Реализуемая тенденция изменения объемной массы травосмесей в зависимости от режимов работы экспериментального смесителя объясняется, прежде всего, различными геометрическими параметрами перемешиваемого материала, что практически нивелирует возможность унификации процесса смешивания для смесей семян многолетних трав в целом. Следующим этапом является исследование качества полученных кормов в зависимости от пропорций перемешиваемого материала.*

Ключевые слова: *травосмеси, смеситель семян, натура семян, посевные качества семян, эффективность смешивания.*

Введение

Возделывание поливидовых посевов для удовлетворения нужд животноводства в высокопитательных кормах является важным элементом современного адаптивного ресурсосберегающего растениеводства [1-4] при надлежащем хранении сельскохозяйственной продукции [5-7]. К преимуществам таких агрофитоценозов можно отнести более высокие урожайность и качество продукции, сочетающиеся с положительным применением естественных ресурсов, отражённых в питательных веществах, влаге и солнечном свете [2, 8]. Особую ценность данные посевы имеют при выращивании многолетних травостоев, эксплуатация которых продолжается в течение нескольких вегетационных периодов. Вместе с тем, достижение наибольшей эффективности от возделывания данных травостоев сдерживается (в большинстве случаев) нерациональным подбором компонентов смесей, а также их некачественной подготовкой к посеву. Примечательно, что основным способом подготовки семенного материала травосмесей к посеву в настоящее время остается либо ручное перемешивание, либо использование имеющихся средств механизации, предназначенных для перемешивания различных сыпучих материалов (строительных смесей, кормов и т.д.) [3,4, 9-11]. Учитывая малые размерно-массовые параметры семян многолетних трав, а также ориентируясь на их высокую стоимость и ценность, от науки требуется

© Алдошин Н. В., Васильев А. С., Голубев В. В.. Цымбал А. А., 2021 г.

разработка эффективных устройств для смешивания семян травосмесей, позволяющих оптимизировать данный процесс по срокам реализации и трудозатратам, а также повысить гомогенность конечной семенной массы.

Цель исследований

Целью работы являлась разработка эффективной конструкции перемешивающего устройства для приготовления посевного материала травосмесей, а также лабораторные исследования результативности работы смесителя.

Материалы и методы

Исследования эффективности разработанной конструкции смесителя выполнялись в условиях кафедр технологии переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, а также технологических и транспортных машин и комплексов ФГБОУ ВО Тверская ГСХА. Программой исследований предусматривалось создание гомогенных по составу травосмесей многолетних трав сенокосного и пастбищного использования. Для чего нами производились определения объемной массы и посевных качеств семян до смешивания и после использования нового экспериментального смесителя.

Определение эффективности разных способов приготовления травосмесей осуществлялось инструментально при помощи литровой пурки, для чего до начала и после окончания процесса смешивания проводили определение натуры семян перемешиваемых культур в соответствии с требованиями ГОСТ 10840-2017 (Зерно. Метод определения натуры). Определение расчетной натуры проводилось посредством сложения значений объемных масс семян многолетних трав в чистом виде с последующим делением полученной суммы на число компонентов травосмеси.

Оценка влияния процесса перемешивания на лабораторную всхожесть и энергию прорастания семенного материала трав проводилась согласно требованиям ГОСТ 12038-84 (Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести). Условия определения посевных качеств представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры измеренного посевного качества семян

Культура	Сорт	Температура, °С	Наличие освещенности	Срок определения, суток	
				энергия прорастания	лабораторная всхожесть
Клевер луговой (Trifolium pratense L.)	ВИК 7	20	-	6	10
Клевер ползучий (Trifolium repens)	Мерлин	20	-	3	7
Тимофеевка луговая (Phleum pratense L.)	ВИК 9	20-30	-	4	8
Ежа сборная (Dactylis glomerata L.)	ВИК 61	20-30	-	7	14
Овсяница луговая (Festuca pratensis Huds.)	ВИК 5	20-30	-	5	10
Райграс пастбищный (Lolium perenne L.)	ВИК 66	20-30	+	5	10
Мятлик луговой (Poa pratensis L.)	Собра	20-30	-	7	21

Для исследований применялись семена многолетних трав категории РС. В процессе экспериментальной работы осуществлялось приготовление каждой травосмеси из расчета на 1 га для последующего посева в пятикратной повторности.

Результаты и обсуждение

В рамках достижения поставленной цели научных исследований был разработан и изготовлен новый экспериментальный смеситель для мелкосеменных культур (рисунки 1, 2) [4, 12-14], представляющий собой установленный на основании вертикально корпус по форме усеченного конуса, имеющий загрузочные и выгрузные патрубки. В корпусе под углом к вертикальной плоскости закреплена витая цилиндрическая пружина, которая имеет возможность вращения вокруг своей оси, а также относительно вертикальной оси корпуса. Нижний виток цилиндрической пружины закреплён в выгрузном патрубке, вместе с тем как её верхний виток жестко закреплён на промежуточном фланце, имеющем диаметр, равный наружному диаметру витка цилиндрической пружины. Промежуточный фланец установлен на приводном валу, обеспечивая свободное вращение вокруг оси витой цилиндрической пружины. Непосредственно приводной вал, обеспечивающий вращение витой цилиндрической пружины, изготовлен изогнутым, причём верхняя его часть соосна внутренней поверхности конического корпуса, в отличие от нижней его части, выполненной перпендикулярно основанию. Привод смесителя осуществляется через предохранительную муфту от электродвигателя посредством бесступенчатого вариатора, позволяющего изменять рабочую скорость вращения. Сквозь витую цилиндрическую пружину пропущен поддерживающий трос, длина которого L равна:

$$L=2(R+r),$$

где R – радиус большего основания усеченного конуса, в виде которого выполнен корпус смесителя;

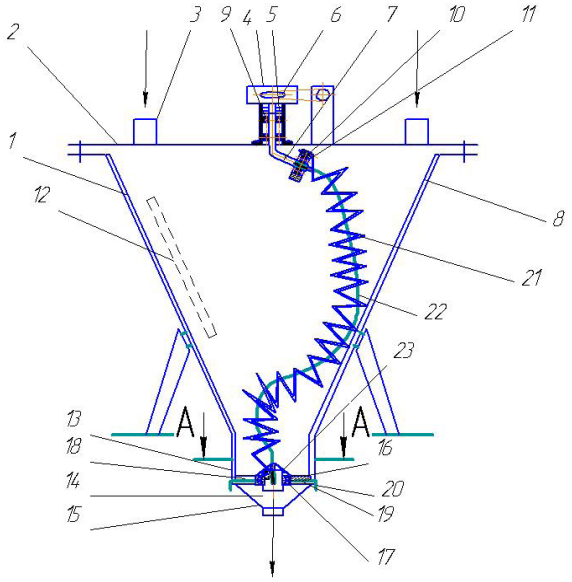
r – радиус меньшего основания усеченного конуса, в виде которого выполнен корпус смесителя,

при этом верхний конец поддерживающего троса жестко закреплен на цилиндрическом фланце.

Выгрузной патрубок выполнен в виде цилиндрического корпуса, в нижней части жестко соединенного с выгрузным конусом, образующая которого параллельна образующей конической поверхности корпуса смесителя. При этом цилиндрический корпус и выгрузной конус разделены между собой днищем, по оси симметрии которого установлен двухрядный самоустанавливающийся подшипник закрытого типа, на котором посредством конического кожуха закреплены нижние витки цилиндрической пружины и нижний конец поддерживающего троса, причем днище снабжено разгрузочными окнами и регулирующей их размер заслонкой. Угол наклона образующей конической поверхности корпуса смесителя к нижнему его основанию равен 138°, а ведомая звездочка, установленная на приводном валу витой цилиндрической пружины с поддерживающим тросом, выполнена в форме эллипса. Корпус смесителя снабжен прозрачным уровнемером, выполненным на его боковой поверхности параллельно образующей конического корпуса. Привод вращательного движения рабочего органа снабжен предохранительной муфтой.

Представленный смеситель обеспечивает равномерное смешивание посевного материала, благодаря конструкции рабочего органа, выполненного в виде витой цилиндрической пружины с протянутым сквозь нее поддерживающим тросом. Наличие поддерживающего троса в конструкции рабочего органа позволяет осуществлять не только интенсивное, но и контролируемое перемешивание семян мелкосеменных культур.

Форма ведомой звездочки в виде эллипса, установленной на приводном валу рабочего органа, позволяет сообщать ему дополнительный рывковый импульс при ее вращении, что встряхивает массу семян, способствуя их равномерному перемешиванию.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – загрузочные патрубки; 4 – привод рабочего органа; 5 – предохранительная муфта; 6 – ведомая звездочка; 7 – приводной вал; 8 – образующая корпусного конуса; 9 – подшипники крепления вала; 10 – однорядный подшипник; 11 – фланец; 12 – уровнемер; 13 – разгрузочный патрубок; 14 – выгрузной конус; 15 – образующая выгрузного конуса; 16 – днище; 17 – самоустанавливающийся подшипник; 18 – разгрузочные окна; 19 – заслонка; 20 – рычаг заслонки; 21 – пружина; 22 – поддерживающий трос; 23 – конический кожух

Рис. 1 – Смеситель семян (общий вид)

Нижний подвижный узел рабочего органа, выполненный в виде двухрядного самоустанавливающегося подшипника закрытого типа, установленного в днище, позволяет увеличить колебательную амплитуду воздействия витой цилиндрической пружины на семенной материал, создавая дополнительные усилия при смешивании семенного материала и повышая при этом качество выполнения технологического процесса, особенно при перемешивании малых порций семян.

В основе процесса самоочистки корпуса смесителя, выгрузного конуса и других поверхностей рабочих органов смесителя заложен принцип максимального угла естественного откоса семян, равного для мелкосеменных культур 42° [15, 16]. С учетом данного принципа разработана конструкция корпуса смесителя, выгрузного конуса и конического кожуха.

Представленная конструкция рабочего органа смесителя, его корпуса, выгрузного патрубка и приводного вала с ведомой звездочкой позволила создать смеситель, обеспечивающий равномерное смешивание посевного материала при любых порциях его компонентов с возможностью само-

очистки корпуса смесителя от подготовленной в смесителе поливидовой смеси по окончании технологического цикла.

Работа устройства, основанного на основных принципах работы смесителей [17, 18], позволяющего смешивать в различной пропорции семена мелкосеменных культур, обеспечивается в следующей последовательности. При закрытых разгрузочных окнах корпус смесителя через загрузочные патрубки заполняют семенами. Визуальный контроль осуществляют через прозрачный уровнемер. После включения в работу привода вращательное движение передаётся через предохранительную муфту с заранее выбранным скоростным режимом, затем через цепную передачу, за счёт чего начинается вращение приводного вала с закреплённым рабочим органом. Дугообразный изгиб витой цилиндрической пружины, внутри которой установлен поддерживающий трос, позволяет совершать движение со сложной траекторией, включающей: вращение вокруг оси симметрии витой цилиндрической пружины и вращение вокруг оси симметрии корпуса конической формы. Кроме того, пружина получает дополнительный рывковый импульс при вращении ведомой звездочки, позволяющий встряхивать перемешиваемую массу. Благодаря сквозному вращательному прохождению пружины с поддерживающим тросом сквозь тело загруженной семенной массы обеспечивается интенсивное перемешивание семенного материала. В процессе вращения вследствие большего сопротивления в верхних слоях пружина может поддаваться незначительному раскручиванию, но не растягиванию, благодаря поддерживающему тросу. В результате продолжается равномерное и интенсивное перемешивание семенного материала без изменения силы воздействия на него со стороны пружины.

Нижний подвижный узел рабочего органа, выполненный посредством двухрядного самоустанавливающегося подшипника, установленного в днище, позволяет увеличить колебательную амплитуду воздействия пружины на семенной материал, создавая дополнительные усилия при смешивании и повышая при этом качество выполнения технологического процесса. Частота вращения рабочего органа для разных семян регулируется как посредством выбора режима работы привода, так и за счет установки на приводном валу разных по количеству зубьев ведомых звездочек. В случае уплотнения семенной массы ввиду повышенной влажности материала или иных причин, вызывающих избыточное сопротивление рабочему органу смесителя, предусмотрено срабатывание предохранительной муфты привода.

По окончании процесса перемешивания осуществляется выгрузка смеси семян из разгрузочного патрубка через окна, размер которых регулируется заслонкой. Собираясь в общий поток в выгрузном конусе, смесь семян направляется в загрузочную тару.

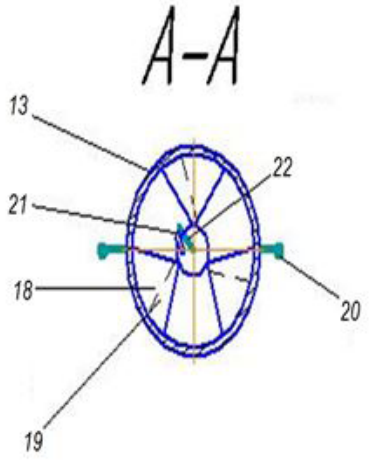


Рис. 2 – Выгрузной узел смесителя

Визуально процесс смешивания контролируется через прозрачный уровнемер.

Инструментальная оценка эффективности процесса смешивания показала определенные закономерности формирования параметров режима работы смесителя для различных по компонентному составу травосмесей (табл. 2). Так, например, для анализируемых смесей сенокосного использования преимущественным режимом работы было смешивание в течение 8 минут с частотой вращения рабочего органа 16 об/мин. Указанный режим обеспечивал наиболее равномерное перемешивание семян.

Более интенсивного по продолжительности смешивания (12 минут) требовала смесь, составленная из трех мятликовых компонентов для пастбищного использования.

Напротив, четырехкомпонентная смесь, состоящая из клевера ползучего, клевера лугового, тимофеевки луговой и райграса пастбищного, достигла близкой к оптимальным значениям натуры за 10 минут перемешивания с частотой вращения рабочего органа 12 оборотов в минуту. Выявленные тенденции изменения объемной массы травосмесей в зависимости от режимов работы экспериментального смесителя объясняются, прежде всего, различными геометрическими параметрами перемешиваемого материала, что практически нивелирует возможность унификации процесса смешивания для смесей семян многолетних трав в целом.

Таблица 2 – Влияние режимов работы смесителя на натуру травосмесей, г/л

№ смеси	Культура	Норма высева, кг (млн. шт.)/га	До перемешивания	Расчетная	Частота вращения рабочего органа, об/мин								
					12			16			20		
					Экспозиция, минут								
					8	10	12	8	10	12	8	10	12
Сенокосного использования													
1	Клевер луговой	6 (8)	798	608	668	650	637	610	615	618	624	627	631
	Овсяница луговая	8 (4)	326										
	Тимофеевка луговая	6 (14)	701										
	Ежа сборная	12 (10)	274										
	Овсяница луговая	8 (4)	326										
2	Ежа сборная	12 (10)	274	300	316	311	310	299	308	310	292	290	285
	Овсяница луговая	8 (4)	326										
Пастбищного использования													
3	Райграс пастбищный	13 (6)	378	333	350	361	360	323	327	332	344	340	340
	Ежа сборная	5 (4)	274										
	Мятлик луговой	2 (8)	347										
4	Райграс пастбищный	8 (4)	378	672	675	670	656	691	698	704	706	713	703
	Клевер ползучий	2 (3)	812										
	Клевер луговой	6 (8)	798										
	Тимофеевка луговая	4 (9)	701										

Для оценки потенциальной травмируемости семенного материала в процессе перемешивания производилось определение посевных качеств семян трав до составления смесей и после механического воздействия смесителем в условиях максимального режима – 20 оборотов в минуту в течение 12 минут (табл. 3). Установлено, что разработанный смеситель практически не вызывал отрицательного эффекта на основные посевные характеристики – лабораторную всхожесть и энергию прорастания и даже несколько повышал значения данных показателей, что объясняется физическим воздействием на достаточно плотные семенные оболочки семян трав, способствующим в условиях достаточной влагообеспеченности их лучшему прорастанию.

Таблица 3 – Оценка посевных качеств семян трав

№ смеси	Культура	Норма высева, кг (млн. шт.)/га	До перемешивания		После использования максимального режима воздействия	
			До перемешивания	Расчетная	Лабораторная всхожесть, %	Энергия прорастания, %
Сенокосного использования						
1	Клевер луговой	6 (8)	79,2	72,4	79,8	72,9
	Овсяница луговая	8 (4)	83,1	76,3	84,0	77,0
	Тимофеевка луговая	6 (14)	76,1	70,0	76,4	70,4
2	Ежа сборная	12 (10)	74,9	67,1	75,2	67,9
	Овсяница луговая	8 (4)	83,1	76,3	84,3	77,5
Пастбищного использования						
3	Райграс пастбищный	13 (6)	77,9	71,5	78,3	71,7
	Ежа сборная	5 (4)	74,9	67,1	75,4	67,5
	Мятлик луговой	2 (8)	74,7	72,1	75,0	22,3
4	Райграс пастбищный	8 (4)	77,9	71,5	78,5	72,0
	Клевер ползучий	2 (3)	82,2	78,0	82,6	78,2
	Клевер луговой	6 (8)	79,2	72,4	80,1	72,7
	Тимофеевка луговая	4 (9)	76,1	70,0	76,6	70,7

Заключение

В ходе реализации научно-исследовательской работы была создана работоспособная конструкция смесителя семян многолетних трав, отличающихся малыми размерно-массовыми параметрами. Экспериментальный смеситель позволяет осуществлять высококачественное перемешивание семян, характеризующееся также низким травмирующим воздействием на смешиваемые компоненты. Это, в частности, подтверждено результатами определения основных посевных характеристик – лабораторной всхожести и энергии прорастания. Выявлено, что оптимальным эксплуатационным режимом для приготовления травосмеси, состоящей из клевера лугового, овсяницы луговой, тимофеевки луговой, а также ежи сборной и овсяницы луговой является восьмиминутное смешивание с частотой вращения рабочего органа 16 об/мин; смеси из райграса пастбищного, ежи сборной, мятлика лугового – 12 минут при 16 об/мин; из райграса пастбищного, клевера ползучего, клевера лугового, тимофеевки луговой – 10 минут при 12 об/мин.

Стоит отметить, что эффективность равномерного перемешивания семенного материала может частично теряться в процессе перегрузки вследствие самосортирования семенной массы за счет разных скоростей витания, коэффициентов парусности и сопротивления компонентов смесей. Нивелирование перечисленных эффектов на следующих этапах научных исследований предполагается реализовать за счет моделирующего инкрустирования семян каждой культуры, в процессе которого они будут уравновешены по размерно-массовым характеристикам, а также за счет разработки высокоэффективных рабочих органов и машин для полосного и мозаичного посева многолетних трав. Панируется также изучить возможную травмируемость семенного материала методом рентгенографии.

Список литературы

1. Aldoshin, N.V. Improvement of forage lands in Central Non-Black Earth Zone of Russia by using some integrated approaches / N.V. Aldoshin, A.S. Vasiliev, A.V. Kudryavtsev, A.S. Firsov, V.V. Golubev, L.Y. Vasilieva // Plant Science Today, 2021. – Vol. 8. - No1. – P. 9-15. DOI: https://doi.org/10.14719/pst.2021.8.1.827 URL: https://horizonepublishing.com/journals/index.php/PST/article/view/827/528
2. Алдошин, Н.В. Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов / Н.В. Алдошин, А.С. Васильев, В.А. Тюлин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. - 92 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44142292
3. Иванов, А.С. Механизация приготовления смеси для посева газонов / А.С. Иванов // Вестник АПК Ставрополья, 2018. - № 2. - С.11-15. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35287251
4. Смеситель семян мелкосеменных культур. РФ/ Васильев А.С., Алдошин Н.В., Голубев В.В. Патент № 198744, 2020 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43893186
5. Обзор экономической ситуации по хранению сельскохозяйственной продукции в РФ / С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин, Л. А. Маслова [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань, 2018 – С. 338-439. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38088218
6. Степанов А.Ф. Повышение посевных качеств и хранение семян многолетних малораспространённых кормовых культур: монография / А.Ф. Степанов, Н.А. Прохорова. – Омск. – Омский ГАУ им. П.А. Столыпина. – 2010. – 136 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28803736
7. Петровец, В.Р. Эффективность дражирования семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе / В.Р. Петровец, Д.А. Михеев, В.П. Гнилозуб // ВЕСЦІ НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ. СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК. – 2020. – № 3. – С. 364–372. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43835372
8. Overman, A.R. Model of yield response of corn to plant population and absorption of solar energy / A.R Overman, R.V. Scholtz // Agricultural and Biological Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL. – 2011. Т 6. – № 1. – P. e16117. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16644428
9. Смеситель компонентов комбикорма. РФ / Сараев И.Ф., Коняев Н.В., Трубников В.Н. Патент 156133, 2015 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38362280
10. Rodimtsev, S.A. Evaluation of the noise level of impact systems in grain production / S.A. Rodimtsev, Y.A. Kuznetsov, A.V. Kolomeichenko// Inmateh - agricultural engineering. – 2019. – P. 45 – 54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38208558
11. Суханова, М.В. Перспективы использования смесителей с эластичными рабочими органами в предпосевной обработке семян / М.В. Суханова, С.В. Малиновский // Современные тенденции развития науки и технологий, 2017. - №1. – с.132-134. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28290207
12. Kupreenko, A.I. Automated distribution system of feed mixture by using feeding carriage / A.I. Kupreenko, K.M. Isaev, A.M. Grin // Inmateh - agricultural engineering – 2019. – T. 58 – № 2. – P. 239 – 246. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43236580
13. Sukhanova, M.V. Damage to seeds by t he working bodies of continuous machines / M.V. Sukhanova, V.P. Zabrodin // International journal of mechanical and production engineering research and development. – 2019. – T. 8, № 5. – P. 373 – 380. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40694807
14. Thomas, M. Physical quality of pelleted animal feed. 2. contribution of processes and its conditions / M. Thomas, D.J. Van Zuilichem, A.F.B. Van Der Poel // Animal feed science and technology – 1997. – Vol. 64, № 2 - 4: P. 173–192. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=408577
15. Christou, P. Biotechnology applied to grain legumes / P. Christou // Field crops research. – 1997.

– V. 53, № 1-3. – P. 83–97. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=416495
16. Korolik, T.K. Thermophysical properties of fodder grass seeds / T.K. Korolik, V.A. Golubev, V.V. Kharitonov // Journal of engineering physics. – 1985. – V. 48. – № 6. – P. 718 - 721. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27735298
17. Измайлов, А.Ю. Инновационные механизированные технологии и автоматизированные технические системы для сельского хозяйства / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. докл. XII Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. – М.: ВИМ. – 2012. – С. 31 – 44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23739576
18. Загоруйко, М.Г. Имитационное моделирование параметров шнека экструдера / М.Г. Загоруйко, В.В. Васильчиков, А.К. Мамахай // Сельскохозяйственные машины и технологии. – Т. 14. - № 4. – 2020. – С. 71 – 77. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44391272

RESULTS OF LABORATORY RESEARCHES OF THE SEED MIXER FOR PERENNIAL GRASSES

Aldoshin Nikolay V., *doctor of technical sciences, professor, Russian state agrarian University-MTAA named after K.A. Timiryazev, naldoshin@mail.ru*
Vasiliev Aleksandr S., *candidate of agricultural science, Associate Professor, Tver State Agricultural Academy, vasilevtgsha @mail.ru*
Golubev Vyacheslav V., *doctor of technical sciences, professor, Tver State Agricultural Academy, slavasddg@mail.ru*
Tsimbal Aleksandr A., *doctor of agricultural science, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, tcimbalaa@yandex.ru*

Problem and purpose. *The purpose of this work was to develop an effective design of a mixing device for preparing seed of grass mixtures, as well as laboratory studies of the effectiveness of the mixer.*
Methodology. *To achieve the goal, an experimental seed mixer was chosen as the object of the study, which allows high-quality mixing of seed material of perennial grasses, differing in different size-mass parameters. During the implementation of the research work, it was developed, a workable design of the mixer was made, protected by a Russian patent, which allows high-quality mixing of seeds, which is also characterized by a low traumatic effect on the mixed components, which, in particular, is confirmed by the results of determining the main sowing characteristics- laboratory germination and germination energy, the values of which, as a rule, only increased, which is associated with the physical effect exerted on the sufficiently dense seed coat of grass seeds, which, under conditions of sufficient moisture supply, improves their germination. Determination of the effectiveness of different methods of preparation of grass mixtures was carried out instrumentally using a liter purr, for which, before and after the end of the mixing process, the nature of the seeds of the mixed crops was determined.*
Results. *It was revealed that the optimal operating mode for preparing a grass mixture consisting of Trifolium pratense L., Festuca pratensis Huds., Phlum pratense L., as well as Dactylis glomerata L. and Festuca pratensis Huds. is an eight-minute mixing with a working speed of 16 rpm, from Lolium perenne L., Dactylis glomerata L., Poa pratensis L.-12 minutes at 16 rpm; from Lolium perenne L., Trifolium repens, Trifolium pratense L., Phlum pratense L. – 10 minutes at 12 rpm.*
Conclusion. *The realizable tendency to change the volumetric mass of grass mixtures depending on the operating modes of the experimental mixer is explained, first of all, by different geometric parameters of the mixed material, which practically negates the possibility of unifying the mixing process for mixtures of seeds of perennial grasses as a whole. The next step is to study the quality of the resulting feed, depending on the proportions of the mixed material.*
Key words: *herb mixes, seed mixer, seed type, seed quality, mixing efficiency.*

Literatura

1. Aldoshin, N.V. Improvement of forage lands in Central Non-Black Earth Zone of Russia by using some integrated approaches / N.V. Aldoshin, A.S. Vasiliev, A.V. Kudryavtsev, A.S. Firsov, V.V. Golubev, L.Y. Vasilieva // Plant Science Today, 2021. – Vol. 8. - No1. – P. 9-15. URL: https://horizonepublishing.com/journals/index.php/PST/article/view/827/528
2. Aldoshin, N.V. Innovatsionnye tekhnologii zagotovki vysokokachestvennykh kormov / N.V. Aldoshin, A.S. Vasilev, V.A. Tyulin [i dr.]. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. - 92 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44142292
3. Ivanov, A.S. Mekhanizatsiya prigotovleniya smesi dlya poseva gazonov / A.S. Ivanov // Vestnik APK Stavropolya, 2018. - № 2. - S.11-15. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35287251
4. Smesitel' semyan melkosemennyh kul'tur. RF/ Vasil'ev A.S., Aldoshin N.V., Golubev V.V. Patent № 198744, 2020 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43893186 5. Obzor ekonomicheskoj situacii po hraneniyu sel'skohozyajstvennoj produkcii v RF / S. N. Borychev, D. V. Koloshein, L. A. Maslova [i dr.] // Kompleksnyj podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo
hozyajstva : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Mezhdunarodnye Bochkarevskie chteniya), posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR, akademika MAEP i

RAVN Bochkareva YA.V. – Ryazan', 2018 – S. 338-439. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38088218

6. Stepanov A.F. Povyshenie posevnyh kachestv i hranenie semyan mnogoletnih malorasprostranyonnyh kormo-vyh kul'tur: monografiya / A.F. Stepanov, N.A. Prohorova. – Omsk. – Omskij GAU im. P.A. Stolypina. – 2010. – 136 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28803736

7. Petrovec, V.R. Effektivnost' drazhirovaniya semyan saharnoj svekly v centrobezhnom drazhiratore / V.R. Petrovec, D.A. Miheev, V.P. Gnilozub // VESCI NACYYANAL'NAJ AKADEMII NAVUK BELARUSI. SERYYA AGRARNYH NAVUK. – 2020. – № 3. – S. 364–372. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43835372

8. Overman, A.R. Model of yield response of corn to plant population and absorption of solar energy / A.R Overman, R.V. Scholtz // Agricultural and Biological Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL. – 2011. T 6. – № 1. – P. e16117. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16644428

9. Smesitel' komponentov kombikorma. RF / Saraev I.F., Konyaev N.V., Trubnikov V.N. Patent 156133, 2015 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38362280

10. Rodimtsev, S.A. Evaluation of the noise level of impact systems in grain production / S.A. Rodimtsev, Y.A. Kuz-netsov, A.V. Kolomeichenko// Inmateh - agricultural engineering. – 2019. – P. 45 – 54. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38208558

11. Suhanova, M.V. Perspektivy ispol'zovaniya smesitelej s elastichnymi rabochimi organami v predposevnoj obrabotke semyan / M.V. Suhanova, S.V. Malinovskij // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij, 2017. - №1. – s.132-134. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28290207

12. Kupreenko, A.I. Automated distribution system of feed mixture by using feeding carriage / A.I. Kupreenko, K.M. Isaev, A.M. Grin // Inmateh - agricultural engineering – 2019. – T. 58 – № 2. – P. 239 – 246. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43236580

13. Sukhanova, M.V. Damage to seeds by t he working bodies of continuous machines / M.V. Sukhanova, V.P. Zabro-din // International journal of mechanical and production engineering research and development. – 2019. – T. 8, № 5. – P. 373 – 380. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40694807

14. Thomas, M. Physical quality of pelleted animal feed. 2. contribution of processes and its conditions / M. Thomas, D.J. Van Zuilichem, A.F.B. Van Der Poel // Animal feed science and technology – 1997. – Vol. 64, № 2 - 4: R. 173–192. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=408577

15. Christou, P. Biotechnology applied to grain legumes / P. Christou // Field crops research. – 1997. – V. 53, № 1-3. – P. 83–97. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=416495

16. Korolik, T.K. Thermophysical properties of fodder grass seeds / T.K. Korolik, V.A. Golubev, V.V. Kharitonov // Journal of engineering physics. – 1985. – V. 48. – № 6. – P. 718 - 721. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27735298

17. Izmajlov, A.YU. Innovacionnye mekhanizirovannye tekhnologii i avtomatizirovannye tekhnicheskie sistemy dlya sel'skogo hozyajstva / A.YU. Izmajlov, YA.P. Lobachevskij // Modernizaciya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva na baze innovacionnyh mashinnyh tekhnologij i avtomatizirovannyh sistem: Sb. dokl. XII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. CH. 1. – M.: VIM. – 2012. – S. 31 – 44. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23739576

18. Zagorujko, M.G. Imitacionnoe modelirovanie parametrov shneka ekstrudera / M.G. Zagorujko, V.V. Va-sil'chikov, A.K. Mamahaj // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. – T. 14. - № 4. – 2020. – S. 71 – 77. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44391272

УДК 631 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.016***

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ

ГУБАНОВА Алина Дмитриевна, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, lina.gubanova.95@mail.ru*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru*

КОСТЕНКО Наталья Алексеевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, kn340010@yandex.ru*

ЛИПИН Владимир Дмитриевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры технических систем в АПК, patent@rgatu.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, доцент, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

© Губанова А. Д., Костенко М. Ю., Костенко Н. А., Липин В. Д., Рембалович Г. К., 2021 г.

Проблема и цель. *В осенний период времени накапливается опавшая листва в садах и парковых зонах. При этом распространенные методы утилизации листвы, такие как запашка, мульчирование или транспортирование на свалку, являются недостаточно эффективными и не везде могут применяться, поэтому необходимо создать низкозатратный способ ее утилизации. Таким способом является преобразование листвы в удобрение путем ее экструдирования с добавлением специальных препаратов, которые способствуют быстрому разложению, насыщая почву полезными микроэлементами. Цель исследований – обоснование параметров экструдера для получения гранулированного органоминерального комплекса удобрений из опавших листьев.*

Методология. *Был проведен анализ существующих видов прессов и подобран оптимальный тип рабочих органов для утилизации опавших листьев. Была изготовлена лабораторная установка в виде шнекового экструдера. С целью подбора наиболее подходящего препарата для добавления в экструзию был проведен сравнительный анализ свойств самых востребованных препаратов. Предложен состав изготавливаемого минерально-органического комплекса. Представлена методика расчета производительности предложенного шнекового экструдера.*

Результаты. *Для исследований выбран оптимальный тип рабочих органов пресса, наиболее подходящий для утилизации листвы с помощью преобразования ее в экструзию. Шнековый экструдер способен обеспечить влажный способ прессования, что значительно облегчает процесс утилизации листьев, так как влажность исходного материала является значительным фактором. При прессовании исходная влажность смеси для прессования составляла 40-50 %, температура нагрева гранул менялась от 35 ºС до 44 ºС в зависимости от типа листьев. Удельные затраты энергии прессования колебались в пределах 0,123-0,156 кВт*ч/кг. Производительность экструдера составила около 14,5 кг/ час.*

Заключение. *Из исходных продуктов – опавших листьев, удобрений и гуматов получали конечный продукт органоминеральный комплекс для восстановления плодородия почвы. Для лучшего разложения полученных гранул при экструзии измельченных листьев добавляли гуматы марки Экорост и азотные удобрения КАС-32.*

Ключевые слова: *экструдер для опавших листьев, прессование, удобрение, гранулы.*

Введение

В осенний период времени в садах и парковых зонах накапливается значительное количество опавшей листвы, которая представляет пожарную опасность, а также способствует распространению болезней и вредителей. В настоящее время существует несколько способов утилизации листвы: сбор и компостирование опавшей листвы, запахивание опавших листьев при междурядной обработке садов и гранулирование опавшей листвы для использования в виде горючих пеллет или гранул для повышения плодородия почв [8,13,20]. Несмотря на значительные затраты на гранулирование последний способ обладает рядом преимуществ, так как существенно сокращает затраты на транспортировку листьев, имеющих низкую объемную массу. Если рассматривать утилизацию опавшей листвы посредством преобразования ее в удобрение, то наилучшим способом может стать гранулирование и экструдирование [6,12]. Для выбора подходящего технического средства был проведен анализ существующих типов устройств.

Существует два способа прессования: влажный и сухой. Выбор наиболее подходящего способа для того или иного вида материалов зависит от изначальной его влажности [5]. Влажным способом гранулируют материал средней влажностью 35 %, гранулы получают на шнековых пресс-грануляторах. Если стоит вопрос о дальнейшем долгосрочном хранении, то такие гранулы необходимо высушить и охладить.

В пресс-грануляторах распространены следующие типы рабочих органов:

- формующие, у данного типа прессование осуществляется в закрытой камере, примером таких прессов являются штемпельные и поршневые [6,9].

– вальцовые, в них прессующие вальцы ездят по матрице, проталкивая в фильеры материал [7,8,14]. Существует также валковый тип прессов, в которых прессование материала осуществляется за счет его попадания в зазор между ребристыми поверхностями двух вращающихся вальцов.

– экструзионные или выдавливающие, в таких прессах материал продвигается по камере при помощи шнека, затем возможны два варианта: в конце установлена решетка и гранулы получаются путем прохождения через ее фильеры, или постепенно уменьшается диаметр камеры прессования, тем самым материал спрессовывается и получается экструзия [15,19].

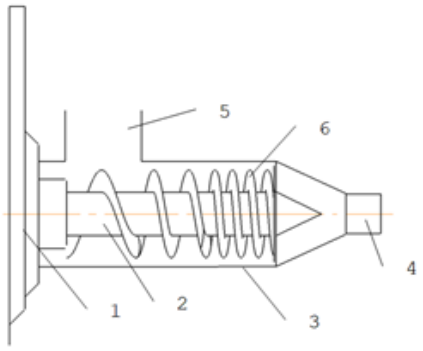
Рассмотрим более подробно принцип действия каждого типа пресса.

У вальцовых прессов с плоской матрицей наблюдается достаточно высокая степень прессования. Камера прессования в таких прессах выглядит следующим образом: к корпусу неподвижно крепится матрица с фильерами; в центре матрицы сделано отверстие, через которое проходит вал, передающий вращение от электродвигателя; на валу выше матрицы закреплены прессующие ролики, а ниже матрицы на валу закреплены ножи. Сверху через загрузочное окно поступает материал; ролики, проезжая по матрице, проталкивают материал в фильеры, затем нож срезает гранулы нужной длины. Рассматриваемый пресс имеет высокую производительность, но применим для материала с высокой степенью измельчения и влажностью исходного материала 9-16 %, поэтому листья в качестве прессующего материала нецелесообразно применять [14].

В валковых прессах два вращающихся навстречу валка с ячейками формируют гранулы. Гранулы, производимые по данной технологии, быстро теряют свою форму. Шестеренные грануляторы имеют аналогичный принцип действия, длину гранул регулируют с помощью ножа, устанавливаемого у основания, и оставляют равной 10-15 мм [12].

Для прессования растительных продуктов применяются штемпельные грануляторы. При работе штемпельного гранулятора наблюдается невысокая энергоемкость до 23 кДж и долговременное сохранение формы получаемых брикетов. Хотя чаще всего они применяется для прессования сено-соломистых материалов, но из-за низкой производительности и больших габаритов гранул не следует применять данное оборудование для утилизации листвы.

Для прессования опавших листьев высокой влажности предложено использовать экструдер. Данный тип экструдеров оборудован шнеком с переменной навивкой, а корпус имеет конусную часть с прессовальным каналом [15].



1 – редуктор, 2 – шнек, 3 – корпус, 4 – прессовальный канал, 5 – загрузочное окно, 6 – навивка с переменным шагом

Рис. 1 – Рабочие органы шнекового экструдера

Несмотря на общность законов уплотнения материала и конструктивную единую схему, шнековые экструдеры – наиболее подходящие для прессования листвы. Данные агрегаты могут совмещать сразу две операции: прессование и, при подаче азотосодержащей смеси, смешивание раствора с измельченной лиственной массой благодаря вращающемуся шнеку. К тому же этот способ более универсален, так как не нужно учитывать влажность поступающей листвы, а на свойства прессования материала будет влиять консистенция поступающего связующего вещества. В результате использования данного агрегата получается лиственная экструзия, которая будет использоваться в качестве удобрения.

Методы и методики исследований

Для утилизации листвы был выбран способ преобразования в удобрение при помощи экструдирования. Однако экструзия из листьев в чистом виде (без примесей) имеет достаточно продолжительное время разложения, поэтому было принято решение добавить в экструзию препарат, который смог бы ускорить данный процесс [16,17,18]. Для этого можно использовать препараты, которые чаще всего используют при приготовлении компоста: Стернифаг СП, КАС-32, Экорост. Учитывая, что процесс преобразования листьев в экструзию сопровождается повышением температуры, биологически активный препарат Стернифаг СП, полученный на основе гриба Trichoderma harzianum, не сможет работать при высоких температурах [1-4].

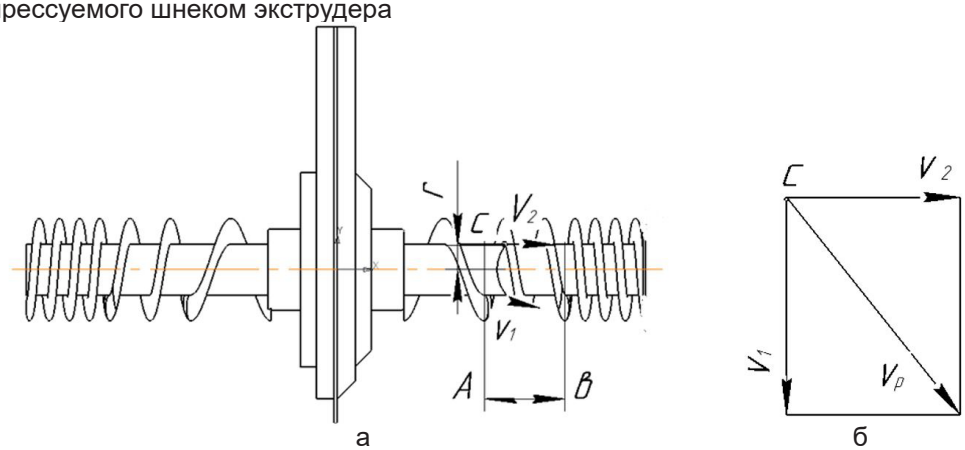
Препарат КАС 32 является жидким удобрением, в состав которого входят растворы карбамида (мочевина (NH_4CO_3) и аммиачной селитры (нитрат аммония NH_4NO_3) с 32 %-м содержанием азота. Расход данного удобрения – 50 л/га, поэтому его использование экономически выгодно. Данный препарат считается одним из лучших, его реакция нейтральна, готовый раствор имеет прозрачный или желтоватый оттенок, плотность составляет 1,26-1,33 г/см³.

Экорост – раствор этого гуминового препарата обычно применяют при выращивание рассады, поливе газонов и сельскохозяйственных культур. Он улучшает приживаемость растений и способствует лучшему усвоению питательных веществ. Осенние подкормки данным препаратом повышают морозоустойчивость растений. Исследованиями установлено, что препарат Экорост подходит для ускорения разложения экструзии из опавших листьев [2,10,11].

Рассмотрим материальный баланс продуктов при утилизации опавших листьев (рис. 2). Для лучшего разложения полученных гранул при экструзии измельченных листьев добавляли гуматы марки Экорост и азотные удобрения КАС-32. Таким образом, из исходных продуктов: опавших листьев, удобрений и гуматов получали конечный продукт – органоминеральный комплекс для восстановления плодородия почвы (рис. 2).

Рис. 2 – Схема материального баланса продуктов при гранулировании опавших листьев

Рассмотрим методику определения производительности шнека экструдера, который используется для прессования лиственного материала. При работе описываемого экструдера из прессующегося материала (листьев) удаляется воздух и излишняя влага. Рассмотрим движение лиственного материала, прессуемого шнеком экструдера (рис. 3) на примере движения на отрезке АВ материальной точки, обозначенной буквой С. Пусть она будет удалена от оси вращения на расстояние r. Тогда точка С будет совершать вращательное движение с угловой скоростью V_1 и поступательное движение со скоростью V_2.



а б

а – расчетная схема; б – распределение скоростей движения частиц в прессующей камере

Рис. 3 – Схема шнека в установке для гранулирования опавшей листвы

Из рисунка 3б видно, что результирующая скорость Vp будет находиться как корень из суммы квадратов V_1 и V_2:

$$V_p = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \quad (1)$$

Окружная скорость частицы на витке шнека равна

$$V_1 = \frac{2\pi n r}{60} = \omega \cdot r \quad (2)$$

Частота вращения шнека определяется выражением

$$\boldsymbol{n = \frac{30\omega}{\pi}} \quad (3)$$

где ω – угловая скорость, рад/сек;

n – число оборотов шнека, об/мин.

Осевая скорость частицы (вдоль оси шнека) равна

$$V_2 = \frac{l \cdot n}{60}, \quad (4)$$

где l – шаг витка шнека, м.

Подставим в формулу (4) значение n из формулы (3):

$$V_2 = \frac{l\omega}{2\pi} \quad (5)$$

Подставив значение переменных V_1 и V_2 из выражений (2) и (5) в формулу (1), получим

$$V_p = \sqrt{(\omega \cdot r)^2 + \left(\frac{l\omega}{2\pi}\right)^2} = \omega\sqrt{r^2 + \frac{l^2}{4\pi^2}} \quad (6)$$

Анализируя полученное выражение, видим, что на скорость перемещения частиц в первую очередь влияет угловая скорость (частота вращения шнека), также значительное влияние оказывает средний радиус витка шнека и в меньшей степени шаг витка шнека.

Для обеспечения гранулирования продукта необходимо выполнить следующее соотношение производительностей

$$П_з > П_т > П_в; \quad (7)$$

где $П_з$ – производительность экструдера при загрузке листьев, кг;

$П_т$ – производительность экструдера при транспортировке листьев шнеком массы, кг;

$П_в$ – производительность экструдера при получении (выгрузке) гранул, кг.

Производительность шнека в режиме транспортировки и прессования запишем в виде следующих выражений.

Производительность экструдера при транспортировке листьев шнеком массы, кг

$$П_т = 3600\gamma_л \cdot F_ш \cdot V_p \cdot K_П, \quad (8)$$

где $F_ш$ – площадь сечения потока, $F_ш = \frac{\pi \cdot (D-d)^2}{4}$, м²;

D – внешний диаметр шнека, м;

d – внутренний диаметр шнека, м;

$\gamma_л$ – плотность опавших листьев, кг/м³;

$V_р$ – средняя осевая скорость массы листьев в шнековом экструдере, м/с ;

$K_п$ – коэффициент прессования.

Производительность шнекового экструдера при получении (выгрузке) гранул можно определить по формуле:

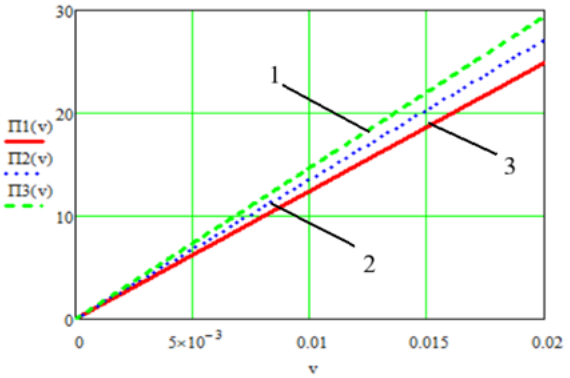
$$П_в = 3600 \cdot \gamma \cdot F_г \cdot V_в \quad (9)$$

где $F_г$ – площадь сечения гранул, $F_г = \frac{\pi \cdot D_г^2}{4}$, м²;

$D_г$ – диаметр гранул, м;

γ – плотность полученных гранул из листьев, кг/м³;

$V_в$ – скорость получения гранул, м/с .



плотность полученных гранул из листьев: 1) γ =1100 кг/м³; 2) γ =1200 кг/м³; 3) γ =1300 кг/м³

Рис. 4 – Производительность шнекового экструдера в зависимости от скорости гранул

Если внутренняя часть цилиндрической поверхности имеет большую шероховатость, из-за чего сила трения имеет достаточно большие значения, то это приведет к тому, что лиственная масса перестанет совершать вращательное движение, а с помощью винтообразного шнека лиственная масса будет совершать только поступательное движение, продвигаясь по цилиндрической поверхности подобно движению гайки по винту. При вращении шнека его спиралеобразная обмотка начинает скользить по поверхности лиственной массы. Максимальное скольжение наблюдается по периферии и минимальное скольжение происходит у поверхности вала. Если же сила трения о внутреннюю часть цилиндра при движении лиственной массы будет минимальной, тогда лиственная масса будет вращаться вместе со шнеком, и поступательное движение не будет происходить [15].

1 – электрический провод; 2 – рукоятка; 3 – трос сцепления; 4 – редуктор; 5 – двигатель; 6 – бак с бактериальной жидкостью; 7 – заднее транспортировочное колесо; 8 – дозатор жидкости; 9 – шланг подачи жидкости; 10 – загрузочное окно экструдера; 11 – камера смешивания экструдера; 12 – камера прессования экструдера; 13 – выгрузочное окно; 14 – фланец; 15 – переднее транспортировочное колесо; 16 – редуктор

Рис. 5 – Общий вид экспериментальной установки со шнековым экструдером

При исследовании данных процессов на экспериментальной установке (рис.5) оказалось, что движение прессующегося материала происходит следующим образом: часть вращается со шнеком, а часть осуществляет поступательное движение. Из этого можно сделать следующий вывод: в том месте, где снижается показатель вращательного движения V_1, увеличивается V_2 – показатель скорости поступательного движение; данное утверждение работает и в обратную сторону

Установка, представленная на рисунке 5, работает следующим образом: двигатель 5 передает вращение на редуктор 16, тот в свою очередь вращает шнеки экструдеров, установленные по обе стороны от редуктора. Поданные измельченные листья через загрузочное окно 10 поступают в камеру смешивания 11 вместе со специальным раствором, поступающим из бака 6. Полученная смесь шнеком с переменным шагом навивки продвигается по камере прессования 12 от цилиндрической части к конической части. Шнек с уменьшенным шагом завершает процесс прессования и готовая экструзия (гранулы) выходит через выгрузное окно 13. Цилиндрический корпус соединен с конусным, благодаря чему лиственная смесь, проходя конусную часть, прессуется, образуя экструзию, которая будет использована в качестве удобрения.

Первые два витка шнека выполняют в большей части только смешивающую и транспортирующую функцию, то есть обеспечивают беспрерывный поток лиственной массы к последнему витку. Последний виток имеет самый наименьший шаг навивки, поэтому он выполняют функцию прессования материала. Прессование лиственного материала осуществляется в тех местах, где происходит смена шага витка шнека от большего к меньшему.

Результаты исследований

Цель исследований – обоснование параметров экструдера для получении гранулированного органоминерального комплекса удобрений из опавших листьев. Для исследований выбран оптимальный тип рабочих органов пресса, наиболее подходящий для утилизации листвы с помощью преобразования ее в экструзию. Шнековый экструдер способен обеспечить влажный способ прессования, что значительно облегчает процесс утилизации листьев, так как влажность исходного материала является значительным фактором.

При экструдировании наблюдалось преобразование исходного материала в вязко-упругую субстанцию. Рассматриваемый экструдер для опавших листьев имеет следующие технические параметры:

– тип двигателя: электрический;
– мощность: 2000 Вт;
– привод: цепной;
– частота вращения шнека экструдера: от 160 об/мин.

В зависимости от длины прессующего канала изменялась плотность прессования. С одной стороны, недостаточная плотность прессования ведет к снижению прочности гранул, с другой стороны, это будет способствовать насыщению гра-

нул водой. Поэтому рациональная плотность составляет 600-900кг/м3. Исходная влажность смеси для прессования составляла 40-50 %. При прессовании температура нагрева гранул менялась от 35 ºС до 44 ºС в зависимости от типа листьев и исходной влажности. Удельные затраты энергии прессования колебались в пределах 0,123-0,156 кВт*ч/кг. Производительность составила около 14,5 кг/ час.

Заключение

Для утилизации листвы был выбран способ преобразования в удобрение при помощи экструдирования. Из исходных продуктов: опавших листьев, удобрений и гуматов получали конечный продукт – органоминеральный комплекс для восстановления плодородия почвы. Для лучшего разложения полученных гранул при экструзии измельченных листьев добавляли гуматы марки Экорост и азотные удобрения КАС-32. Рациональная плотность гранул составляет 600-900 кг/м3. При прессовании исходная влажность смеси для прессования составляла 40-50 %, температура нагрева гранул менялась от 35 ºС до 44 ºС в зависимости от типа листьев. Удельные затраты энергии прессования колебались в пределах 0,123-0,156 кВт*ч/кг. Производительность экструдера составила около 14,5 кг/ час.

Список литературы

1. Богданчиков, И. Ю. Теоретические исследования и полевые испытания устройства для утилизации незерновой части урожая / Богданчиков И.Ю., Бышов Н.В., Бачурин А.Н. - Текст: электронный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2013.– №1. – С. 44-48. – Рез. англ. - Библиогр.: с. 45-46 (4 назв.). URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19960493

2. Богданчиков, И.Ю. Исследование биопрепаратов для ускорения процесса разложения пожнивных остатков на возможность их механизированного внесения / Богданчиков, И.Ю. – Текст : электронный // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - № 1 (8). С. 59-65. Рез. англ. - Библиогр.: с. 63 – 64 (3 назв.) URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39226925

3. Богданчиков, И.Ю. Результаты исследований по вопросам дифференцированного внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая / Богданчиков И.Ю. – Текст : Электронный // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - № 1 (8). - С. 59-65. Рез. англ. - Библиогр.: с. 60 – 62 (3 назв.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43027279

4. Бышов, Н. В., Питание и стимуляция роста растений с помощью нанотехнологий/ Бышов Н. В., Чурилова В. В., Полищук С. Д. - Текст : электронный //Международный инженерно-технологический журнал. -2018.– Том 7, № 4.36.– P. 231-236 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37275669

5. Влияние скорости дождевания на эрозию почвенного субстрата/ Ольгаренко Г. В., Рязанцев А. И., Кузнецов А. В., Умаев Д. М., Безносюк Р. В., Костенко М. Ю. - Текст : электронный // Евразийский журнал биологических наук.– 2019.– Том 13(2).– С. 1221-1224 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41098188

6. Гриднев, П.И. Вопросы создания экологически безопасных технологий утилизации навоза / П.И. Гриднев. – Текст : электронный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1994. – №11. – С. 11– 14. Рез. англ. – Библиогр.: с. 12 – 14 (4 назв.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21666385

7. Кириленко, А. С. Структурное совершенствование вальцово матричных пресс-грануляторов с кольцевой матрицей/ Кириленко А. С., Ковриков И. Т. // Технические науки – от теории к практике. 2012. №7-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/strukturnoe-sovershenstvovanie-valtsovo-matrichnyh-press-granulyatorov-s-koltsevoy-matritsey

8. Панов, Е. И. Уточнение напряженного состояния древесных опилок в зоне выдавливания гранулятора с кольцевой матрицей/ Панов Е. И., Полищук В. Ю., Ханин В. П. - Текст : электронный // Вестник ОГУ. 2015. №1 (176). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/utochnenie-napryazhennogo-sostoyaniya-drevesnyh-opilok-v-zone-vydavlivaniya-granulyatora-s-koltsevoy-matritsey

9. Полищук, В. Ю.. Определение сопротивления прессованию входной конической полости штемпельного пресса для грубых кормов / Полищук В. Ю., Межуева Л. В., Панов Е. И.. - Текст : электронный // Известия ОГАУ. - 2016. - №4 (60). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-soprotivleniya-pressovaniyu-vhodnoy-konicheskoy-polosti-shtempelnogo-pressa-dlya-grubyh-kormov

10. Результаты изучения влияния биопрепаратов на ускорение разложения незерновой части урожая / Богданчиков И. Ю., Бышов Н. В., Бачурин А. Н., Есенин А. Н., Ткачева А. Н. - Текст : электронный // БИО Веб конференций 2019. Рецензируемое научное издание. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева, 2019. – Т. 17 - 2020–№00085. – С. 64-68. - Библиогр.: с. 65-67 (3 назв.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19960493

11. Результаты исследований по вопросам дифференцированного внесения рабочего раствора в устройстве для утилизации незерновой части урожая /Богданчиков И.Ю., Бышов Н.В., Бачурин А.Н. – Текст : электронный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2016. № 4 (32). С. 73-78. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 75-76 (2 назв.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28351842

12. Родина, Л.Н.. Обоснование параметров шестеренного пресса плунжерного действия для гранулирования комбикормов : специальность 05.20.01. «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Родина Л. Н.; Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. - Зерноград, 2005. - 140 с. - Библиогр.: 120 – 132 с. – Текст:

электронный URL:http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002751000/rsl01002751096/rsl01002751096.pdf

13. Современные технические средства для работы в садах / Бышов Н. В., Борычев С. Н., Успенский И. А., Гришин И. И., Кокорев Г. Д. Юхин И. А., Креков С. А., Шафоростов В.А.. - Текст : электронный // Научный журнал КубГАУ. 2017. №134. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnicheskie-sredstva-dlya-raboty-v-sadah

14. Тензометрические исследования процесса прессования древесных гранул на грануляторе с плоской матрицей/ Попов А. Н., Любов В. К., Мюллер О. Д., Попова Е. И.. - Текст : электронный // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. №8 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tenzometricheskie-issledovaniya-protsessa-pressovaniya-drevesnyh-granul-na-granulyatore-s-ploskoy-matritsey

15. Теоретическое обоснование энерго- и ресурсосберегающей конструкции шнекового пресс-экструдера для производства высококачественных кормовых продуктов/ Попов В. П., Мартынова Д.В., Антимонов С. В., Мартынов Н. Н., Межуева Л.В., Шахов В. А.. - Текст : электронный // Известия ОГАУ. 2017. №6 (68). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskoe-obosnovanie-energo-i-resursosberegayuschey-konstruktsii-shnekovogo-press-ekstrudera-dlya-proizvodstva.

16. Arofi, S., Rahman, M., Shiragi, H., Alam, M., Islam, M., & Biswas, J. (2019). Aggregate Stability in Soils of Twelve Argo-ecological Zones of Bangladesh Based on Organic Carbon and Basic Cations. Annals of Bangladesh Agriculture, 23(2), 27-36. URL:https://doi.org/10.3329/aba.v23i2.50053

17. Bogdanchikov I.Yu., Byshov N.V., Bachurin A.N., Esenin M.A., Tkacheva M.A. The Results of Studying the Effects of Biological Products on Accelerating the Decomposition of the not Grain Part of the Crop// BIO Web of Conferences 2019.– Vol. 17 - 2020–№00085 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43982114

18. Bogdanchikov, I.Y., Romanchuk, V.A. Digital technology for the disposal of the non-cereal portion of the crop as fertilizer// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science– 421(4)–042008 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42632691

19. Incompressible Model of Solids Conveying in a Single-Shibo Zhang, Valentinas Sernas Journal of Reinforced Plastics and Composites, vol. 21, 15: pp. 1399-1409. , First Published Oct 1, 2002. URL: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0731684402021015781

20. Roy, S., Rahman, M., Rahman, G., Miah, M., & Kamal, M. (2020). Structural Stability Under Different Organic Fertilizers Management in Paddy Soil. Annals of Bangladesh Agriculture, 23(1), 15-24. URL:https://doi.org/10.3329/aba.v23i1.51470

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF TECHNICAL EQUIPMENT FOR DISPOSAL OF DANGERED LEAVES

Gubanova Alina D., *Post-Graduate Student, Department of Metal Technology and Machine Repair, lina.gubanova.95@mail.ru*

Kostenko Mikhail Yu., *Dr. Sci., Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru*

Kostenko Natalya A., *Cand. tech. Sci., Associate Professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, kn340010@yandex.ru*

Lipin Vladimir D., *Cand. tech. Sci., Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agroindustrial Complex, patent@rgatu.ru*

Rembalovich Georgy K., *Dr. Sci., Associate Professor, Dean of the Faculty of Road Transport, rgk.rgatu@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *In the autumn, fallen leaves accumulate in gardens and park areas. At the same time, common methods of foliage disposal such as plowing, mulching or transporting to a landfill are not effective enough and cannot be applied everywhere, therefore it is necessary to create a low-cost way of its disposal. This method is the transformation of foliage into fertilizer, by extruding it with the addition of special preparations that promote rapid decomposition, saturating the soil with useful microelements. The purpose of the research is to substantiate the parameters of the extruder for obtaining a granular organic-mineral complex of fertilizers from fallen leaves.*

Methodology. *An analysis of existing types of presses was carried out and the optimal type of working bodies for the disposal of fallen leaves was selected. On this basis, a laboratory installation was made in the form of a screw extruder. In order to select the most suitable drug for addition to extrusion, a comparative analysis of the properties of the most popular drugs was carried out. The composition of the produced mineral - organic complex is proposed. The technique for calculating the productivity of the proposed screw extruder is presented.*

Results. *For research, the optimal type of working bodies of the press was selected, the most suitable for disposing of foliage by converting it into extrusion. The screw extruder is capable of wet pressing, which greatly facilitates the leaf utilization process, since the moisture content of the starting material is a significant factor. During pressing, the initial moisture content of the mixture for pressing was 40-50%, the heating temperature of the granules varied from 35 ° C to 44 ° C, depending on the type of leaves. Specific energy consumption for pressing ranged from 0.123 to 0.156 kW * h / kg. The extruder capacity was about 14.5 kg / h.*

Conclusion. *From the initial products: fallen leaves, fertilizers and humates, the final product, an organomineral complex, was obtained to restore soil fertility. For better decomposition of the obtained*

granules during the extrusion of crushed leaves, humates of the Ekorost brand and nitrogen fertilizers KAS-32 were added.

Key words: *extruder for fallen leaves, pressing, extruder, fertilizer, granules.*

Literatura

1. Bogdanchikov, I. YU. Teoreticheskie issledovaniya i polevye ispytaniya ustrojstva dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya / Bogdanchikov I.YU., Byshov N.V., Bachurin A.N. - Tekst: elektronnyj // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. - 2013.– №1. – S. 44-48. – Rez. angl. - Bibliogr.: s. 45-46 (4 nazv.). URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19960493

2. Bogdanchikov, I.YU. Issledovanie biopreparatov dlya uskoreniya processa razlozheniya pozhnivnyh ostatkov na vozmozhnost' ih mekhanizirovannogo vneseniya / Bogdanchikov, I.YU. – Tekst : elektronnyj // Vestnik Soveta molodyh uchenyh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2019. - № 1 (8). S. 59-65. Rez. angl. - Bibliogr.: s. 63 – 64 (3 nazv.) URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39226925

3. Bogdanchikov, I.YU. Rezul'taty issledovanij po voprosam differencirovannogo vneseniya rabochego rastvora v ustrojstve dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya / Bogdanchikov I.YU. – Tekst : Elektronnyj // Vestnik Soveta molodyh uchenyh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2019. - № 1 (8). - S. 59-65. Rez. angl. - Bibliogr.: s. 60 – 62 (3 nazv.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43027279

4. Byshov, N. V., Pitanie i stimulyaciya rosta rastenij s pomoshch'yu nanotekhnologij/ Byshov N. V., CHurilova V. V., Polishchuk S. D. - Tekst : elektronnyj //Mezhdunarodnyj inzhenerno-tekhnologicheskij zhurnal. -2018.– Tom 7, № 4.36.– R. 231-236 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37275669

5. Vliyanie skorosti dozhdevaniya na eroziyu pochvennogo substrata/ Ol'garenko G. V., Ryazancev A. I., Kuznecov A. V., Umaev D. M., Beznosyuk R. V., Kostenko M. YU. - Tekst : elektronnyj // Evrazijskij zhurnal biologicheskih nauk.– 2019.– Tom 13(2).– S. 1221-1224 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41098188

6. Gridnev, P.I. Voprosy sozdaniya ekologicheski bezopasnyh tekhnologij utilizacii navoza / P.I. Gridnev. – Tekst : elektronnyj // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – 1994. – №11. – C. 11– 14. Rez. angl. – Bibliogr.: s. 12 – 14 (4 nazv.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21666385

7. Kirilenko, Aleksandr Sergeevich. Strukturnoe sovershenstvovanie val'covo matrichnyh press-granulyatorov s kol'cevoj matricej/ Kirilenko Aleksandr Sergeevich, Kovrikov Ivan Timofeevich // Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike. 2012. №7-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/strukturnoe-sovershenstvovanie-valtsovo-matrichnyh-press-granulyatorov-s-koltsevoy-matritsey

8. Panov, Evgenij Igorevich. Utochnenie napryazhennogo sostoyaniya drevesnyh opilok v zone vydavlivaniya granulyatora s kol'cevoj matricej/ Panov Evgenij Igorevich, Polishchuk Vladimir YUr'evich, Hanin Viktor Petrovich - Tekst : elektronnyj // Vestnik OGU. 2015. №1 (176). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/utochnenie-napryazhennogo-sostoyaniya-drevesnyh-opilok-v-zone-vydavlivaniya-granulyatora-s-koltsevoy-matritsey

9. Polishchuk, Vladimir YUr'evich. Opredelenie soprotivleniya pressovaniyu vhodnoj konicheskoj polosti shtempel'nogo pressa dlya grubyh kormov / Polishchuk Vladimir YUr'evich, Mezhueva Larisa Vladimirovna, Panov Evgenij Igorevich. - Tekst : elektronnyj // Izvestiya OGAU. - 2016. - №4 (60). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-soprotivleniya-pressovaniyu-vhodnoy-konicheskoy-polosti-shtempelnogo-pressa-dlya-grubyh-kormov

10. Rezul'taty izucheniya vliyaniya biopreparatov na uskorenie razlozheniya nezernovoj chasti urozhaya / Bogdanchikov I. YU., Byshov N. V., Bachurin A. N., Esenin A. N., Tkacheva A. N. - Tekst : elektronnyj // BIO Veb konferencij 2019. Recenziruemoe nauchnoe izdanie. – Ryazan': Izdatel'stvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva, 2019. – T. 17 - 2020–№00085. – S. 64-68. - Bibliogr.: s. 65-67 (3 nazv.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19960493

11. Rezul'taty issledovanij po voprosam differencirovannogo vneseniya rabochego rastvora v ustrojstve dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya /Bogdanchikov I.YU., Byshov N.V., Bachurin A.N. – Tekst : elektronnyj // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2016. № 4 (32). S. 73-78. – Rez. angl. – Bibliogr.: s. 75-76 (2 nazv.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28351842

12. Rodina, Lyudmila Nikolaevna. Obosnovanie parametrov shesterennogo pressa plunzhernogo dejstviya dlya granulirovaniya kombikormov : special'nost' 05.20.01. «Tekhnologii i sredstva mekhanizacii sel'skogo hozyajstva» : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskih nauk / Rodina Lyudmila Nikolaevna ; Azovo-CHernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya. - Zernograd, 2005. - 140 s. - Bibliogr.: 120 – 132 s. – Tekst: elektronnyj URL:http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002751000/rsl01002751096/rsl01002751096.pdf

13. Sovremennye tekhnicheskie sredstva dlya raboty v sadah / Byshov Nikolaj Vladimirovich, Borychev Sergej Nikolaevich, Uspenskij Ivan Alekseevich, Grishin Ivan Ivanovich, Kokorev Gennadij Dmitrievich, YUhin Ivan Aleksandrovich, Krekov Svyatoslav Aleksandrovich, SHaforostov Vladimir Aleksandrovich. - Tekst : elektronnyj // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2017. №134. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnicheskie-sredstva-dlya-raboty-v-sadah

14. Tenzometricheskie issledovaniya processa pressovaniya drevesnyh granul na granulyatore s ploskoj matricej/ Popov Anatolij Nikolaevich, Lyubov Viktor Konstantinovich, Myuller Oskar Davydovich, Popova Evgeniya Igorevna. - Tekst : elektronnyj // Vestnik CHerepoveckogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. №8 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tenzometricheskie-issledovaniya-protsessa-pressovaniya-drevesnyh-granul-na-granulyatore-s-ploskoy-matritsey

15. Teoreticheskoe obosnovanie energo- i resursosberegayushchej konstrukcii shnekovogo press-ekstrudera dlya proizvodstva vysokokachestvennyh kormovyh produktov/ Popov Valerij Pavlovich, Martynova Dar'ya Vladimirovna, Antimonov Stanislav Vladislavovich, Martynov Nikolaj Nikolaevich, Mezhueva Larisa Vladimirovna, SHahov Vladimir Aleksandrovich. - Tekst : elektronnyj // Izvestiya OGAU. 2017. №6 (68). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskoe-obosnovanie-energo-i-resursosberegayuschey-konstruktsii-shnekovogo-press-ekstrudera-dlya-proizvodstva.

16. Arofi, S., Rahman, M., Shiragi, H., Alam, M., Islam, M., & Biswas, J. (2019). Aggregate Stability in Soils of Twelve Argo-ecological Zones of Bangladesh Based on Organic Carbon and Basic Cations. Annals of Bangladesh Agriculture, 23(2), 27-36. URL:https://doi.org/10.3329/aba.v23i2.50053 17. Bogdanchikov I.Yu., Byshov N.V., Bachurin A.N., Esenin M.A., Tkacheva M.A. The Results of Studying the Effects of Biological Products on Accelerating the Decomposition of the not Grain Part of the Crop// BIO Web of Conferences 2019.– Vol. 17 - 2020–№00085 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43982114

18. Bogdanchikov, I.Y., Romanchuk, V.A. Digital technology for the disposal of the non-cereal portion of the crop as fertilizer// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science– 421(4)–042008 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42632691

19. Incompressible Model of Solids Conveying in a Single-Shibo Zhang, Valentinas Sernas Journal of Reinforced Plastics and Composites, vol. 21, 15: pp. 1399-1409. , First Published Oct 1, 2002. URL: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0731684402021015781

20. Roy, S., Rahman, M., Rahman, G., Miah, M., & Kamal, M. (2020). Structural Stability Under Different Organic Fertilizers Management in Paddy Soil. Annals of Bangladesh Agriculture, 23(1), 15-24. URL:https://doi.org/10.3329/aba.v23i1.51470

УДК 631.356 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.017***

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

ЕВТЕХОВ Дмитрий Владимирович, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, evtechov2015@yandex.ru*

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@yandex.ru*

КОДИРОВ Сайфиддин Тухтасинович, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@yandex.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru*

ЖБАНОВ Никита Сергеевич, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, zbanovnikita25@gmail.com*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *В процессе уборки картофеля меняются почвенно-климатические условия, урожайность, свойства убираемых клубней и поэтому уборочный комплекс должен гибко реагировать на эти изменения. Это предполагает не только своевременную настройку рабочих органов, но и более широкие возможности современных картофелеуборочных машин. Цель – совершенствование картофелеуборочных машин на основе применения полимерных и композиционных материалов.*
Методология. *Появление в бункере комбайна клубней с повреждениями, ушибами (потемнение мякоти) свидетельствует о значительных динамических нагрузках рабочих органов. Предлагаемый сепарирующий элеватор имеет гибкие композиционные прутки, которые взаимодействуют с обрезиненными роликами-интенсификаторами и при движении образуют волнообразную, постоянно меняющуюся поверхность. При поступлении картофельного вороха гибкие композиционные прутки прогибаются, причем чем больше масса поступающего картофельного вороха, тем больше величина прогиба прутков. При изменении почвенно-климатических условий значительная нагрузка приходится на органы выносной сепарации, поэтому увеличение производительности и снижение повреждений клубней является важной задачей. Для повышения эффективности работы продольной прямоточной пальчиковой горки был предложен многокулачковый встряхиватель с регулируемой частотой и амплитудой воздействия. Благодаря колебательным воздействиям полотна пальчиковой горки картофель приобретает дополнительную подвижность, что позволяет более полно использовать различия физико-механических свойств клубней и примесей.*
Результаты*. Применение сепарирующего элеватора с композиционными прутками увеличило се-*

© Евтехов Д. В., Безносюк Р. В., Кодиров С. Т., Рембалович Г. К., Жбанов Н. С., 2021 г.

парирующую способность картофелекопателя на суглинке нормальной влажности (22 %) и снизило повреждения клубней на 2,6 %. Сравнительные показатели качества работы комбайна Grimme DR-1500, оборудованного модернизированной горкой с многокулачковым всряхивателем и серийного комбайна Grimme DR-1500 соответственно составили: полнота уборки – 97,3 % и 95,8 %; полнота выделения примесей – 94,1% и 86,8 %; процент повреждений клубней –2,47 % и 3,15 %. ***Заключение.*** *Увеличение интенсивности сепарации на рабочих органах из композиционных и полимерных материалов позволяет увеличить производительность картофелеуборочных машин.*

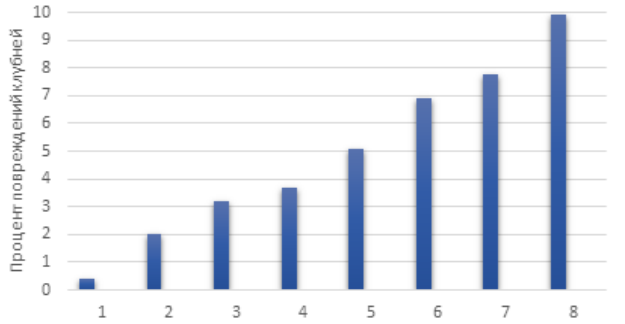
Ключевые слова: *уборка картофеля, картофелеуборочные машины, сепарирующий элеватор, композиционные прутки, пальчиковая горка, многокулачковый встряхиватель.*

Введение

В процессе уборки картофеля меняются почвенно-климатические условия, урожайность, свойства убираемых клубней и поэтому уборочный комплекс должен гибко реагировать на эти изменения. Это предполагает не только своевременную настройку рабочих органов, но и более широкие возможности современных картофелеуборочных машин.Поэтому модернизация картофелеуборочных машин должна осуществляться за счет новых подходов на основе применения полимерных и композиционных материалов.

Работа сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин просеивающего типа определяется влажностью почвы, ее структурным составом и наличием примесей. Сепарирующая способность рабочих органов определяется их загрузкой в соответствии с конкретными условиями и возможностью подбора оптимальных режимов функционирования [2,4-6,8,9].

В процессе работы картофелеуборочных машин возникает необходимость перенастройки режимов и параметров рабочих органов в широком диапазоне, а также возможность самоадаптации к изменяющимся почвенно-климатическим условиям. Исходя из оценки повреждаемости клубней картофеля при уборке картофелеуборочными машинами [1-5,7-9] установлено, что динамическое воздействие на клубни является причиной повреждений.



1 – начало основного элеватора; 2 – конец основного элеватора; 3 – начало второго элеватора; 4 – конец второго элеватора; 5 – нижняя часть ковшового элеватора; 6 – транспортёр загрузки бункера; 7 – бункер комбайна; 8 – кузов транспортного средства

Рис. 1 – Изменение количества повреждений клубней при уборке картофеля комбайном КПК-2.01

Анализ количества и структуры повреждений картофеля на основе предыдущих исследований показал, что виды повреждений клубней характерны для определенных рабочих органов картофелеуборочных машин (рис. 1) [5,12,14]. Появление в бункере комбайна клубней с повреждениями, ушибами (потемнение мякоти) свидетельствует о значительных динамических нагрузках рабочих органов.

Методы и методика исследований

Для снижения повреждений картофеля предложено использовать сепарирующий элеватор с гибкими прутками. Полотно элеватора, двигаясь с картофельным ворохом по роликам-интенсификаторам, имеет определенную гибкость ремней и прутков, что приводит к огибанию поверхностей роликов [14,16,19]. Точки прилегания будут зависеть от скорости элеватора, диаметра ролика, массы картофельного вороха и параметров полотна. Точки прилегания и схода полотна с ролика были определены экспериментально. При огибании полотном элеватора роликов-интенсификаторов на компонент картофельного вороха будет действовать сила тяжести и центробежная сила; так как полотно элеватора движется с постоянной скоростью, величина центробежного ускорения будет равна

$$a_{цб} = \frac{V^2}{r} = r\frac{\pi^2 n^2}{900} \qquad (1)$$

где V – скорость полотна элеватора, м/с;
r – радиус роликов-интенсификаторов, м;
n – частота вращения ролика, об/мин.

Рассмотрим траектории компонентов после подбрасывания на роликах-интенсификаторах. Скорость компонентов картофельного вороха, подбрасываемых роликами-интенсификатрами, принимаем равной скорости пруткового элеватора V_0. Угол наклона вектора скорости $\overline{V_0}$ к горизонту – φ_0.Так как скорость компонентов вороха незначительна, сопротивлением воздуха пренебрегаем. Определим траекторию движения компонентов. Для этого составим уравнение движения компонента картофельного вороха в осях, совпадающих с положением пруткового элеватора (рис. 2).

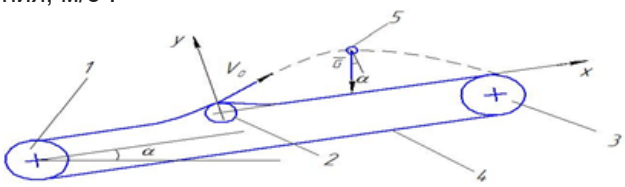
Запишем дифференциальные уравнения движения компонента картофельного вороха

$$\begin{cases} m\frac{d^2x}{dt^2} = -G\sin\alpha \\ m\frac{d^2y}{dt^2} = -G\cos\alpha \end{cases} \qquad (2)$$

где m – масса компонента, кг;
α – угол наклона полотна элеватора к горизонту;

G – вес компонента картофельного вороха, Н.;

G=mg, Н; g – ускорение свободного падения, м/с².



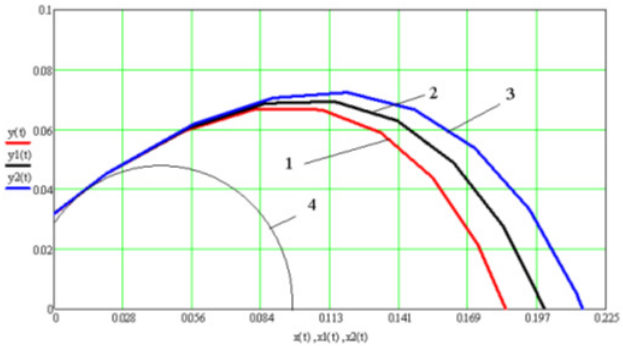
1 – ведущий ролик; 2 – поддерживающий ролик; 3 – ведомый ролик; 4 – прутковое полотно; 5 – клубень

Рис. 2 – Расчетная схема к определению траектории компонента картофельного вороха

Дважды проинтегрировав, окончательно имеем

$$\begin{cases} x = x_0 + V_0 t\cos(\phi') - gt^2 \sin\alpha \\ y = y_0 + V_0 t\sin(\phi') - gt^2 \cos\alpha \end{cases} \quad (3)$$

Построим траекторию компонента в программе MathCad (рис. 3).

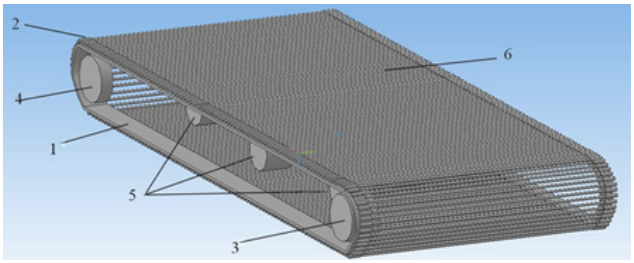


Траектории компонента при различных скоростях элеватора 1 – 1,9 м/с; 2 –2,0 м/с; 3 – 2,1 м/с; 4 – ролик-интенсификатор

Рис. 3 – Траектория компонента картофельного вороха после подскока на ролике-интесификаторе

Анализ траекторий движения компонентов картофельного вороха показывает, что с увеличением скорости элеватора дальность полета компонента увеличивается с 0,17 м до 0,21 м, что положительно влияет на процесс его сепарации. В тоже время за счет эластичности прутков снижается интенсивность воздействия на клубни картофеля. Также применение облегченных прутков позволит уменьшить повреждения клубней в процессе их взаимодействия.

Остановимся подробнее на конструкции сепарирующего элеватора с композиционными прутками (рис. 4).

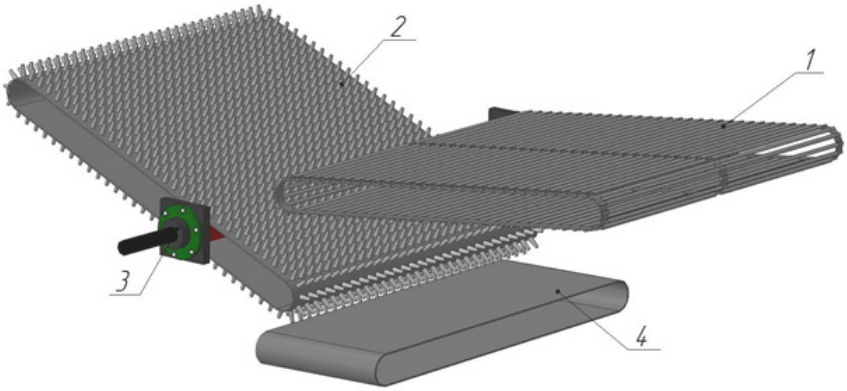


1 – гибкие тяговые элементы, 2 – замки, 3 – передний вал, 4 – приводной вал, 5 – ролики-интенсификаторы, 6 – сепарирующий элеватор

Рис. 4 – Схема элеватора с композиционными прутками

Сепарирующий элеватор имеет гибкие композиционные прутки, которые взаимодействуют с обрезиненными роликами-интенсификаторамии и при движении образуют волнообразную, постоянно меняющуюся поверхность. При поступлении картофельного вороха гибкие композиционные прутки прогибаются. При дальнейшем движении сепарирующего элеватора на роликах-интенсификаторах происходит подъем с изгибом композитных прутков. Причем чем больше загрузка элеватора картофельным ворохом, тем больше величина изгиба и воздействие на ворох, что повышает сепарацию. Волнообразные изгибы клубненосного пласта вызывают относительное движение компонентов картофельного вороха, что способствует сепарации [4,11,14-18].

При изменении почвенно-климатических условий значительная нагрузка приходится на органы выносной сепарации, поэтому повышение производительности и снижение повреждений клубней является важной задачей. Для повышения эффективности работы продольной прямоточной пальчиковой горки был предложен многокулачковый встряхиватель с регулируемой частотой и амплитудой воздействия. Предлагаемый рабочий орган представлен на рисунке 5.



1 - прутковый элеватор, 2 - полотно пальчиковой горки, 3 - многокулачковый встряхиватель, - выгрузной транспортер.

Рис. 5 – Пальчиковая горка с встряхивающим механизмом

Картофельный ворох с сепарирующих прутковых элеваторов 1 подается на полотно пальчиковой горки 2. Полотно установлено на барабанах. Привод полотна осуществляется посредством цепной передачи. Под полотном пальчиковой горки расположен многокулачковый встряхиватель 3, который позволяет выбрать необходимую частоту и амплитуду колебаний. Благодаря колебательным воздействиям полотна пальчиковой горки картофель приобретает дополнительную подвижность, что позволяет более полно использовать различия физико-механических свойств клубней и примесей. Кроме того, колебания полотна способствуют деформации пальцев и защемлению почвенных примесей, а более округлые клубни скатываются вниз по полотну на выгрузной транспортер 4.

При работе пальчатых горок для повышения качества разделения компонентов картофельного вороха важно обеспечить относительное его движение по пальцам полотна горки [7]. Учитывая диапазон наклона пальчатых горок 25°-35°, с уверенностью можно утверждать, что основным видом деформации будет изгиб пальца под действием веса компонента и динамических воздействий со стороны встряхивателя полотна [4,5,19].

Рассмотрим компонент картофельного вороха, находящийся на пальчатой поверхности (рис.6).

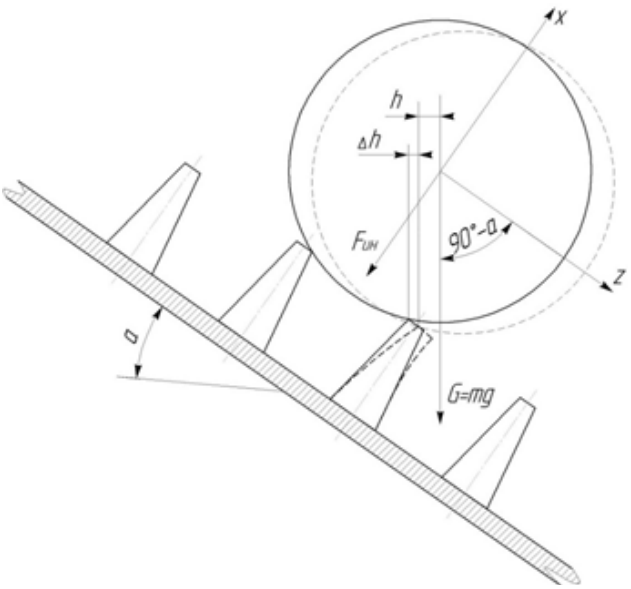


Рис. 6 – расчетная схема к определению взаимодействия компонентов картофельного вороха с пальцами полотна

Перемещение компонента по пальчатой горке возможно при условии деформации пальцев на величину Δh.

$$G \cdot (h + \Delta h) > F_{ин} \cdot R_{ср} \qquad (4)$$

где: G = mg – вес компонента, Н;

m – масса компонента, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$F_{ин}$ – сила инерции компонента при подбрасывании полотна пальчатой горки, Н ($F_{ин}$ = - ma);

$R_{ср}$ – средний радиус компонента картофельного вороха, м;

a – ускорение подбрасывания полотна пальчатой горки, м/с²;

Δh – деформация пальца горки, м;

h – плечо, зависящее от размеров компонента картофельного вороха, м.

Рассмотрим прямой поперечный изгиб пальца под действием веса компонента картофельного вороха с учетом динамических нагрузок при подбрасывании полотна. Уравнение прогиба пальца запишется в виде:

$$z^{ст} = -\frac{P \cdot l \cdot x^2}{2EJ} - \frac{P \cdot x^3}{6EJ} = \frac{P}{6EJ} \cdot (3lx^2 - x^3) \qquad (5)$$

где $z_{ст}$ – статический прогиб пальца горки;

P – поперечная сосредоточенная сила (P=Gsinα);

α – угол наклона пальчатой горки;

E – модуль упругости материала пальца;

J – момент инерции поперечного сечения пальца;

l – длинна пальца, м.

С учетом динамического воздействия многокулачкового встряхивателя уравнение прогиба пальцев запишется в виде:

$$2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{EJ}{l^3} \cdot V_z \cdot z + \frac{3}{2} \cdot \frac{EJV^2}{gl^3} \cdot V_z + 2 \cdot \frac{32\,\gamma Fl}{35} \cdot a_z \cdot V_z = 0 \qquad (6)$$

где V_z - вертикальная скорость деформации пальца, м/с;

a_z - вертикальное ускорение деформации пальца, м/с².

Полученные выражения связывают между собой ускорение, скорость и амплитуду колебаний пальца с модулем упругости материала, поперечным сечением и длиной пальца.

Зная зависимость ускорений колебаний полотна пальчиковой горки и задавшись частотой вращения многокулачкового всряхивателя в диапазоне от 50 до 150 об/мин и углом наклона пальчиковой горки от 25° до 35°, получили значения скорости и ускорения колебаний, на основании которых по выражению (6) рассчитали параметры пальчатого полотна: модуль Юнга E = 20·106 Па., высота упругой части пальца – 0,06 м, диаметр пальца – 0,012м-0,016м, жесткость пальца – 3,7 Н/м-4,8 Н/м. Для проверки выбранных параметров пальчиковой горки были проведены производственные испытания.

Результаты исследований

Экспериментальный картофелекопатель КТН-2В с композиционными прутками проходил испытания на тяжелых суглинках в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области (рис. 7).

Рис. 7 – Общий вид экспериментального картофелекопателя КТН-2В с прутками из композиционного материала во время испытаний

На картофелекопателе был установлен сепарирующий элеватор с композиционными прутками, опирающийся на ролики-интенсификаторы, расположенные с образованием волнообразной поверхности полотна. В результате полевых испытаний установлена работоспособность копателя в целом и сепарирующего элеватора с композиционными прутками.

В результате изгиба композитных прутков под воздействием картофельного вороха возникала волнообразная поверхность, что приводило к изгибам и разрывам картофельного вороха; это улучшало сепарацию почвы и отделение клубней от примесей.

Применение сепарирующего элеватора с композиционными прутками увеличило сепарирующую способность картофелекопателя на суглинке нормальной влажности (22 %) и снизило повреждения клубней на 2,6 %. Площадь, убранная картофелекопателем, оборудованным сепарирующим элеватором с композиционными прутками, составила около 1,2 га.

Производственные исследования пальчиковой горки проводились в ОАО «Аграрий» Касимовского района Рязанской области (рис 8). Полевые исследования комбайна Grimme DR-1500, оборудованного модернизированной горкой с многокулачковым всряхивателем, проводились совместно с серийным картофелеуборочным комбайном Grimme DR-1500. Площадь, убранная комбайном Grimme DR-1500, оборудованным модернизированной горкой с многокулачковым всряхивателем за 2019-.2020 гг., составила 37,4 га.

Рис. 8 – Общий вид модернизированной пальчиковой горки картофелеуборочного комбайна Grimme DR-1500 во время испытаний

Сравнительные показатели качества работы комбайна Grimme DR-1500, обрудованного модернизированной горкой с многокулачковым всряхивателем, и серийного комбайна Grimme DR-1500 соответственно составили: полнота уборки – 97,3 % и 95,8 %; полнота выделения примесей – 94,1% и 86,8 %; процент повреждений клубней –2,47 % и 3,15 %.

Увеличение интенсивности выносной сепарации позволило увеличить рабочую скоростьуборочных агрегатов с 4,2 до 4,5 км/ч, что увеличило производительность с 0,45 до 0,48 га/ч.

Заключение

В результате полевых испытаний установлена работоспособность сепарирующего элеватора с композиционными прутками. В результате изгиба композитных прутков под воздействием картофельного вороха возникала волнообразная поверхность, что приводило к изгибам и разрывам картофельного вороха, что улучшало сепарацию почвы и отделение клубней от примесей. Применение сепарирующего элеватора с композиционными прутками увеличило сепарирующую способность картофелекопателя на суглинке нормальной влажности (22 %) и снизило повреждения клубней на 2,6 %.

В результате полевых испытаний установлена работоспособность пальчиковой горки с многокулачковым всряхивателем. Сравнительные показатели качества работы комбайна Grimme DR-1500, оборудованного модернизированной горкой с многокулачковым всряхивателем, и серийного комбайна Grimme DR-1500 соответственно составили: полнота уборки – 97,3 % и 95,8 %; полнота выделения примесей – 94,1% и 86,8 %; процент повреждений клубней – 2,47 % и 3,15 %.

Повышение интенсивности сепарации на рабочих органах из композиционных и полимерных материалов позволяет увеличить производительность картофелеуборочных машин.

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 повышение 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 сепарирующей горки картофелеуборочных машин / Г. К.Рембалович. 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. BaugruppenzurVerminderung der Kartoffellbelastungen in der Annahmesrtekebeischwi erigenEinsatzbedigungen [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. 2020URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2020/01/bioconf_fies2020_00191.pdf

STUDY OF PERFORMANCE INDICATORS OF POTATO HARVESTING MACHINES WITH MODERNIZED WORKING BODIES

Evtekhov Dmitry V., *postgraduate student, evtechov2015@yandex.ru*

Beznosyuk Roman V., *Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, romario345830@yandex.ru*

Kodirov SayfiddinT., *postgraduate student, romario345830@yandex.ru*

Rembalovich Georgy K., *Dr. Sciences, Dean of the Faculty of Road Transport, rgk.rgatu@yandex.ru*

Zhbanov Nikita S., *postgraduate student, zbanovnikita25@gmail.com*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *In the process of harvesting potatoes, the soil and climatic conditions change, the yield properties of the harvested tubers, and therefore the harvesting complex must respond flexibly to these changes. This presupposes not only the timely adjustment of the working bodies, but also the wider possibilities of modern potato harvesters. The goal is to improve potato harvesters based on the use of polymer and composite materials.*

Methodology. *The appearance of tubers with injuries in the bunker of the combine with bruises (darkening of the pulp) indicates significant dynamic loads of the working organs. The proposed separating elevator has flexible composite rods, which interact with rubberized intensifier rollers and, when moving, form a wavy, constantly changing surface. When the potato heap arrives, the flexible composite rods bend, and the greater the mass of the heap, the greater the deflection. With a change in soil and climatic conditions, a significant load falls on the external separation organs, therefore, increasing productivity and reducing damage to tubers is an important task. To increase the efficiency of the longitudinal direct-flow hedgehog slide, a multi-cam shaker with an adjustable frequency and amplitude of action was proposed. Owing to the vibrational effects of the hedgehog slider, the potato acquires additional mobility, which allows more full use of the differences in the physical and mechanical properties of tubers and impurities.*

Results. *The use of a separating elevator with composite rods increased the separating capacity of a potato digger on loam of normal moisture content (22%) and reduced damage to tubers by 2.6%. Comparative performance indicators of the Grimme DR-1500 combine equipped with a modernized slide with a multi-cam shaker and the Grimme DR-1500 serial combine, respectively, were: completeness of cleaning –97.3% and 95.8%; completeness of separation of impurities – 94.1% and 86.8%; percentage of damage to tubers –2.47% and 3.15%.*

Conclusion. *An increase in the intensity of separation on working bodies made of composite and polymer materials allows increasing the productivity of potato harvesters.*

Key words: *harvesting of potatoes, potato harvesters, spraying elevator, composite rods, hedgehog slide, multi-cam shaker.*

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 povyshenie 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 usovershenstvovannym kopatelem KTK-2V / N.N. YAkutin, N.V. Byshov, G.K. Rembalovich [i dr.] // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2014. - №99 (05). - S. 1052 - 1061.- URL: http://ej.kubagro.ru/ 2014/05/pdf/72.pdf.

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. BaugruppenzurVerminderung der Kartoffellbelastungen in der AnnahmesrtekebeischwierigenE insatzbedigungen [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. 2020URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2020/01/bioconf_fies2020_00191.pdf

УДК 631.252 DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.018

ПЕРСПЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

ЗАБАРА Константин Александрович, *аспирант кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, zabara78@yandex.ru*

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, *д-р техн. наук, зав. кафедрой организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности (ОТП и БЖД), shem.alex62@yandex.ru*

ТЕРЕНТЬЕВ Вячеслав Викторович, *канд. техн. наук, доцент кафедры ОТП и БЖД, vvt62ryazan@yandex.ru*

АНДРЕЕВ Константин Петрович, *канд. техн. наук, доцент кафедры ОТП и БЖД, kosta066@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *В настоящее время сельскохозяйственную технику (СХТ) принято хранить в закрытых помещениях, под навесом и на открытых обустроенных площадках. Однако указанные технологии хранения СХТ не могут обеспечить оптимальных условий хранения и имеют низкую степень экономической эффективности. Цель исследований – экспериментальное обоснование и практическая реализация нового способа хранения СХТ на открытой площадке с применением экспериментальной конструкции активного теплового укрытия (АТУ).*

Методология. *В исследованиях проводилось сравнение с показателями трех наиболее распространенных способов хранения СХТ, а именно хранения в закрытом помещение, под навесом и на открытой обустроенной площадке. Объектами изучения в процессе длительного хранения были зерновые сеялки СЗУ-3,6 в количестве четырех единиц. Процесс хранения четырех единиц зерновых сеялок СЗУ-3,6 осуществлялся следующим образом: 1 ед. СХТ на открытой площадке, 1 ед. СХТ под навесом, 1 ед. СХТ в закрытом помещении и 1 ед. СХТ на открытой площадке с применением экспериментальной конструкции АТУ.*

Результаты. *Анализ показал, что предлагаемый способ хранения СХТ на открытой площадке с применением экспериментальной конструкции АТУ требует меньших вложений на обустройство места хранения, не требует дополнительных трудозатрат и материальных ресурсов на подготовку объекта СХТ к хранению, а общие затраты на подготовку и хранение изолируемого объекта СХТ сравнимы с затратами на хранение его в закрытом помещении.*

Заключение. *Применение экспериментальной конструкции АТУ является более рациональным способом обеспечения надежной сохранности изолируемого объекта СХТ от воздействия на него окружающей среды на весь период хранения.*

Ключевые слова: *сельскохозяйственная техника, технология хранения, изолируемый объект техники, активное тепловое укрытие, установка нагнетания чистого воздуха, клапан избыточного давления.*

Введение

Важной задачей в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники (СХТ) является обеспечение её сохранности в нерабочий период при длительном хранении [1, 2, 18]. Длительное хранение СХТ заключается в содержании объекта СХТ в исправном и специально подготовленном состоянии, которое обеспечит его сохранность и готовность к использованию в назначенные сроки [3]. Для обеспечения готовности объекта СХТ возникает необходимость применять на местах его хранения эффективные средства консервации, обеспечивающие надежную защиту от вредного воздействия окружающей среды на весь период хранения, что повышает трудоемкость работ и требует дополнительных материальных ресурсов.

Исходя из этого, нами предлагается способ повышения сохранности техники в период длительного хранения на открытой площадке путем применения активного теплового укрытия (АТУ).

Объекты и методы

Отличительной особенностью работы техники в сельском хозяйстве является ее кратковременное периодическое и напряженное использование с последующим длительным хранением [4, 5]. После завершения работ, связанных с производством сельскохозяйственной продукции, объект СХТ необходимо очистить от остатков растений, технологических загрязнений, вымыть, провести работы по консервации узлов и агрегатов, а затем

© Забара К. А., Шемякин А. В., Терентьев В. В., Андреев К. П., 2021г.

поставить на длительное хранение. Надежность эксплуатации объекта СХТ в хозяйстве в значительной степени зависит от условий его длительного хранения. Следует отметить, что в период хранения изолируемый объект СХТ находится под воздействием определенных метеорологических условий, преобладающих для данной местности: влажности воздуха, осадков, температурного режима, солнечной радиации. Воздействие метеорологических условий оказывает существенное влияние на изменение физико-химических свойств таких конструкционных материалов как резина, кожа, дерево, металл, текстиль, пластмасса и др. Подобные изменения, как правило, вызывают негативные последствия и ухудшают эксплуатационные свойства изолируемого объекта СХТ.

Окружающая атмосфера состоит в основном из газов и различных примесей (пыль, капли воды, кристаллы льда, морские соли, продукты горения), и при этом является бесконечно действующим носителем агрессивных коррозийных реагентов. Концентрация газов, составляющих атмосферу у поверхности Земли, практически постоянная, за исключением воды (H_2O) и углекислого газа (CO_2). Почти все компоненты атмосферы оказывают свое влияние на протекание коррозийных процессов, а также могут усиливать действия друг друга. Наибольшее влияние на протекание процессов коррозии оказывают влага и кислород.

В сухом воздухе возникает химическая коррозия из-за окисления металлов кислородом. Химическая коррозия протекает медленно. Повышенная относительная влажность приводит к появлению атмосферной (электрохимической) коррозии. Развитие атмосферной коррозии начинается при относительной влажности свыше 60 %, так как только в этом случае при резких перепадах температуры воздуха происходит выпадение росы на поверхности изолируемого объекта СХТ, то есть образуется электролит. На протекание атмосферной коррозии существенное влияние оказывает кислород. Концентрация кислорода в электролите и условия диффузии становятся основными факторами, определяющими скорость атмосферной коррозии. Тем не менее, не следует забывать и о том, что на участках металла, к которым затруднен доступ кислорода, разрушение наблюдается в первую очередь. По этой причине коррозия возникает под грязью, на участках плохо проваренных швов и др. Из морей и океанов в атмосферу попадают и увеличивают электропроводность пленок электролита различные соли, повышая тем самым скорость атмосферной коррозии.

Существенное влияние на интенсивность протекания процессов коррозии оказывают и промышленные газы. Так, например, среди промышленных газов наиболее агрессивным считается сернистый газ (SO_2). Наличие в атмосфере даже небольшого количества сернистого газа увеличивает скорость коррозии примерно в 10 раз. Интенсивность коррозии возрастает, если поверхность детали будет покрыта пылью. Твердые частицы пыли, оседая на металлических поверхностях, способствуют образованию пленки влаги, вследствие этого скорость коррозии увеличивается. Скорость атмосферной коррозии также зависит и от температуры. При низкой температуре коррозия практически прекращается, а с повышением температуры возрастает на 1-3 % на каждый градус.

В период хранения изолируемого объекта СХТ атмосфера оказывает также неблагоприятное влияние и на неметаллические материалы, такие как резина, кожа, дерево, текстиль, пластмасса, лакокрасочные покрытия и др. В наибольшей степени изменяют свои свойства резиновые изделия. Старение резины происходит в результате окисления. Скорость старения резинотехнических изделий в значительной степени зависит также и от воздействия температуры и от солнечной радиации [6-8]. Пластичные материалы стареют под воздействием тех же факторов. В результате старения происходит изменение массы и размеров деталей, ухудшение диэлектрических свойств и прочности. Это является основной причиной потери работоспособности электронных устройств.

Главными причинами разрушения лакокрасочных материалов являются ультрафиолетовая часть спектра солнечной радиации и атмосферная влага. Разрушение окрашенных поверхностей происходит за счет снижения качества самой пленки. Со временем лакокрасочное покрытие начинает набухать, отслаиваться и становится проницаемым для влаги [9].

Основным видом разрушения металлических деталей является электрохимическая коррозия. Для ее протекания необходимы электролит, который может образоваться на поверхности деталей в виде мельчайших капелек атмосферной влаги, а также анодные и катодные участки. Анодные и катодные участки на поверхности детали образуются не только за счет соприкосновения разных материалов, но и неодинаковой степени обработки поверхностей одной и той же детали, различного допуска кислорода к поверхностям. Иными словами микрогальванические пары возникают практически везде, где на металле имеются капельки воды [10, 11].

В настоящее время СХТ принято хранить в закрытых помещениях, под навесом и на открытых обустроенных площадках [12, 13]. Первый способ является оптимальным, поскольку исключает всякое воздействие на конкретный объект СХТ солнечного излучения и осадков. Вместе с тем, такой способ незначительно улучшает качество хранения изолируемого объекта СХТ. Основным недостатком его будет высокая относительная влажность воздуха внутри помещения. Так или иначе, выбирается наиболее экономичный способ хранения СХТ.

Хранение в закрытых помещениях требует значительных вложений на проектирование, строительство и эксплуатацию сооружений для хранения СХТ. Однако такие вложения окупают себя в результате увеличения срока службы СХТ и снижения расходов на ее ремонт. Кроме того, проектирование, строительство и эксплуатация соору-

жений для хранения СХТ требуют знания и учета особенностей климата и его составляющих.

Хранение на открытых оборудованных площадках требует дополнительных трудозатрат и материальных ресурсов (консервация, герметизация, демонтаж деталей и узлов объекта СХТ, требующих складского хранения). Поэтому существует потребность в разработке перспективных способов хранения СХТ с применением универсальных и недорогих укрытий позволяющих обеспечить качественное хранение с наименьшими затратами.

Статистические данные показывают постоянный рост количества объектов СХТ, имеющих различного рода отказы и неисправности. Анализ причин отказов и неисправностей деталей и узлов объектов СХТ, выходящих из строя в процессе длительного хранения, показал, что они обусловлены как низким качеством выполненных работ по подготовке машины к хранению, так и воздействием климата и его составляющих. Под климатом понимают многолетний режим погоды, наблюдаемой в данной местности. Он зависит от географической широты местности, общей циркуляции атмосферы (циклоны, антициклоны и др.), высоты над уровнем моря, защищенности местности горами, удаленности от моря или океана. Климат характеризуется солнечной радиацией, температурой и влажностью воздуха, ветровыми нагрузками, осадками. Каждый из этих факторов климата оценивается годовым и суточным ходом показателей в раздельном или комплексном виде, а также вероятностью повторения тех или иных случаев погоды за определенный период. Наиболее опасными факторами климата, воздействующими на надежность деталей и узлов объекта СХТ, являются солнечная радиация, осадки и выпадение росы, причем выпадение росы, в основном, наблюдаются в вечерние, ночные и утренние часы. Если хранение в закрытом помещении, под навесом или защитным чехлом, полностью или частично может защитить конкретный объект СХТ от воздействия на него солнечной радиации или осадков, то от выпадения росы на поверхности изолируемого объекта СХТ такие способы укрытия защитить не смогут.

Выпадение росы на поверхности изолируемого объекта СХТ отмечается с того момента, когда перенос тепла от солнца в виде тепловой энергии луча прекращает поступать в околоземное пространство и поверхность земли мгновенно начинает остывать. Одновременно с этим достаточно быстро охлаждаются и нижние слои воздуха. В этот момент тепловая энергия излучается всяким нагретым телом, в зависимости от плотности каждого. При этом тела, излучающие тепловую энергию, охлаждаются. Изолируемый объект СХТ, как более плотное тело, охлаждается интенсивнее, чем окружающий воздух. И если точка росы превысит температуру поверхности изолируемого объекта СХТ, находящегося, например, в закрытом помещении, то на его поверхности, без всякого сомнения, выпадет роса. В таком случае для защиты изолируемого объекта СХТ от выпадения росы на его поверхности необходимо будет создать определенные условия – условия, при которых скорость охлаждения изолируемого объекта СХТ была бы равна или меньше скорости охлаждения окружающего воздуха. Добиться таких результатов возможно путем установки барьера на пути переноса тепла от изолируемого объекта СХТ в окружающую среду в виде тепловой энергии луча, при условии, что детали и узлы изолируемого объекта СХТ будут полностью ограждены от попадания на них солнечной радиации и осадков [14-17].

Экспериментальна часть

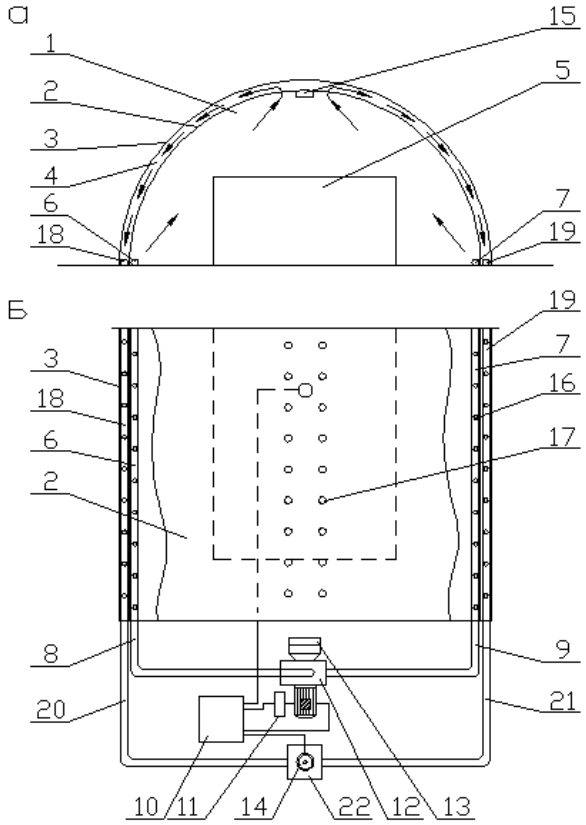
В лаборатории Рязанского ГАТУ была разработана экспериментальная конструкция активного теплового укрытия. Целью конструктивного решения является снижение затрат на поддержание работоспособности объекта СХТ, а следовательно, обеспечение надежной сохранности изолируемого объекта СХТ от воздействия на него окружающей среды на весь период хранения.

Указанная цель достигается тем, что экспериментальная конструкция АТУ содержит индивидуальное герметичное воздухоопорное сооружение, которое изготовлено из двухслойной, с разделенными воздушным пространством слоями, воздухонепроницаемой оболочки с теплоотражающим покрытием, имеющее куполообразную форму. Внутри сооружения создается избыточное давление воздуха, обеспечивающее необходимую устойчивость тканевых оболочек без использования жестких конструкций. Имеется установка нагнетания чистого воздуха с электронным датчиком контроля влажности воздуха диапазонного типа и клапан избыточного давления, причем для создания перепада давлений воздуха внутри помещения и в полости между слоями оболочки сооружения предусмотрены отверстия на внутреннем экране оболочки вдоль линии вершины свода, позволяющие регулировать поступление воздуха в полость, а внутри сооружения между внутренним экраном оболочки и изолируемым объектом техники имеется воздушная прослойка.

На рисунке 1 изображена экспериментальная конструкция АТУ.

Экспериментальная конструкция АТУ содержит индивидуальное герметичное воздухоопорное сооружение 1, оболочка которого выполнена из двух слоев ткани из полиэфирного волокна с покрытием из поливинилхлорида, высокой плотности, серебристого цвета: внутреннего 2 и наружного 3, разделенных воздушным пространством 4. Внутри сооружения размещен изолируемый объект СХТ 5. Сооружение имеет форму купола, структурная целостность которого создается избытком внутреннего давления воздуха, действующего на гибкую оболочку. Между внутренним экраном оболочки и изолируемым объектом СХТ 5 имеется воздушная прослойка. Давление воздуха внутри помещения 1 и в воздушном пространстве 4 одинаково. Внутри помещения 1 расположены два воздухораспределительных трубопровода 6 и 7. Они установлены один напротив другого и соединены воздуховода-

ми 8 и 9 с установкой нагнетания чистого воздуха, имеющей в своем составе блок управления 10, пускатель 11, центробежный электровентилятор 12, клапан воздушный герметичный 13, электронный датчик контроля давления воздуха 14 и электронный датчик контроля влажности воздуха 15, который прикреплен на внутреннем экране оболочки. Воздухораспределительные трубопроводы 6 и 7 выполнены с калиброванными отверстиями 16. На внутреннем экране оболочки сооружения, вдоль линии вершины свода, выполнены вентиляционные отверстия 17, а в воздушном пространстве 4 расположены воздухозаборные трубопроводы 18 и 19, установленные один напротив другого и соединенные воздуховодами 20 и 21 с клапаном избыточного давления 22. Воздухозаборные трубопроводы 18 и 19 также выполнены с калиброванными отверстиями 16.



а – поперечный разрез укрытия со схемой движения воздуха из внутреннего объема сооружения в воздушное пространство оболочки; Б – принципиальная схема укрытия; 1 – внутренний объем сооружения; 2 – внутренний слой оболочки сооружения; 3 – наружный слой оболочки сооружения; 4 – воздушное пространство; 5 – изолируемый объект СХТ; 6 и 7 – воздухораспределительные трубопроводы; 8, 9, 20 и 21 – воздуховоды; 10 – блок управления; 11 – пускатель; 12 – центробежный электровентилятор; 13 – клапан воздушный герметичный; 14 – электронный датчик контроля давления воздуха; 15 – электронный датчик контроля влажности воздуха; 16 – калиброванные отверстия; 17 – вентиляционные отверстия; 18 и 19 – воздухозаборные трубопроводы; 22 – клапан избыточного давления.

Рис. 1 – Экспериментальная конструкция АТУ

Ткань из полиэфирного волокна с покрытием из поливинилхлорида, высокой плотности, серебристого цвета, препятствует передаче тепла от одних тел к другим в виде тепловой энергии луча, а также препятствует проникновению влаги, защищая при этом изолируемый объект СХТ 5 от воздействия на него осадков.

Воздушное пространство 4 между внутренним 2 и наружным 3 слоями оболочки сооружения обеспечивает необходимые теплоизоляционные свойства и позволяет поддерживать внутри помещения 1 оптимальные климатические условия.

Чтобы центробежный электровентилятор 12 мог работать в автоматическом режиме, установка нагнетания чистого воздуха снабжается электронным датчиком контроля давления воздуха 14. При достижении верхнего предела избыточного давления воздуха, ранее установленного на электронном датчике контроля давления воздуха 14, от него поступит электрический сигнал на блок управления 10, который остановит центробежный электровентилятор 12. И, наоборот, при достижении нижнего предела избыточного давления воздуха, ранее установленного на электронном датчике контроля давления воздуха 14, от него поступит электрический сигнал на блок управления 10, который запустит центробежный электровентилятор 12.

Клапан воздушный герметичный 13 представляет собой устройство, в котором лопасти самой заслонки, распложенные на оси, будут двигаться таким образом, что воздух, попадающий в заслонку, не будет поступать в окружающую атмосферу. То есть воздушные массы в клапане воздушном герметичном двигаются только в одном направлении, и если оно резко меняется, то устройство закрывается, что препятствует поступлению воздуха в окружающую атмосферу.

Так как воздухозаборные трубопроводы 18 и 19 расположены в нижних углах воздушного пространства 4, воздух в воздушном пространстве 4 движется сверху вниз, равномерно вентилируя всю поверхность покрытия. Принятые большие сечения обеспечивают очень малую скорость движения воздуха. Это позволяет осуществлять вентиляцию сооружений большего объема при очень малых скоростях движения воздуха, тем самым обеспечивая оптимальные условия для длительного хранения изолируемого объекта техники. Кроме того, при этом исключаются плохо проветриваемые «мертвые зоны».

Клапан избыточного давления 22 используется для автоматического прекращения удаления воздуха из сооружения после отключения центробежного электровентилятора 12. Причем, возврат заслонки в закрытое положение при падении давления настраивается на клапане непосредственно при испытании системы.

Положительный результат при использовании экспериментальной конструкции АТУ достигается следующим образом. Нагнетание чистого воздуха в индивидуальное герметичное воздухоопорное сооружение и уменьшение влажности воздуха в нем производится в два этапа. На первом этапе

включается установка нагнетания чистого воздуха и уменьшения влажности воздуха в ручном режиме. При нагнетании чистого воздуха центробежным электровентилятором 12 образуются два потока. Первый поток поддерживает давление внутри помещения 1, которое незначительно выше атмосферного, второй поток направляется в воздушное пространство 4 между внутренним и наружным слоями оболочки сооружения. При этом открывается клапан избыточного давления 22, а на электронном датчике контроля влажности воздуха 15 устанавливаются верхний и нижний пределы регулирования относительной влажности внутри сооружения. Включение установки осуществляется пускателем 11, соединяющим блок управления 10 с центробежным электровентилятором 12. При этом чистый воздух подается от центробежного электровентилятора 12 по схеме воздухообмена через воздуховоды 8 и 9, воздухораспределительные трубопроводы 6 и 7 во внутренний объем сооружения 1 с размещенным в нем изолируемым объектом СХТ 5, а также через имеющиеся вентиляционные отверстия 17, предусмотренные во внутреннем экране оболочки, вдоль линии вершины свода, увлажненный воздух попадает в воздушное пространство 4 между внутренним и наружным слоями оболочки сооружения, воздухозаборные трубопроводы 18 и 19, воздуховоды 20 и 21 и через клапан избыточного давления 22 выбрасывается в окружающую атмосферу.

При достижении нижнего предела заданной относительной влажности воздуха производится отключение установки пускателем 11 вручную, после чего закрывается клапан избыточного давления 22 и установка переводится на автоматический режим работы.

Далее в процессе хранения объектов техники в индивидуальном герметичном воздухоопорном сооружении 1 происходит повышение относительной влажности воздуха и может образовываться конденсат как на внутренней поверхности наружного 3 слоя оболочки, так и на внутреннем экране оболочки за счет резких перепадов температуры воздуха окружающей среды. При достижении верхнего предела относительной влажности, ранее установленного на электронном датчике контроля влажности воздуха 15, от него поступит электрический сигнал на блок управления 10, который запустит центробежный электровентилятор 12.

Таким образом, процесс снижения влажности воздуха повторится. Уменьшение влажности воздуха будет производиться до тех пор, пока относительная влажность внутри помещения 1 не достигнет нижнего предела, ранее установленного на электронном датчике контроля влажности воздуха 15. При этом снова поступит электрический сигнал с датчика влажности на блок управления 10, который остановит центробежный электровентилятор 12. После достижения необходимого уровня влажности схема приводится в исходное положение.

Результаты

Для подтверждения теоретических изысканий были проведены предварительные испытания экспериментальной конструкции АТУ. Испытания проводились в ООО «Ряжская МТС» Ряжского района Рязанской области. Объектами изучения в процессе длительного хранения были зерновые сеялки СЗУ-3,6 в количестве четырех единиц. Процесс хранения четырех единиц зерновых сеялок СЗУ-3,6 осуществлялся следующим образом: 1 ед. СХТ на открытой площадке, 1 ед. СХТ под навесом, 1 ед. СХТ в закрытом помещении и 1 ед. СХТ на открытой площадке с применением экспериментальной конструкции АТУ.

В ходе проведения экспериментальных исследований было установлено, что потери металла за весь период хранения 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 в закрытом помещении выявляются в меньшей степени и составляют примерно 22 г/м², чем при хранении 1 ед. такого же объекта СХТ на открытой площадке или под навесом, которые составляют примерно 148 г/м² и 129 г/м² соответственно. Потери металла при хранении 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 на открытой площадке с применением экспериментальной конструкции АТУ составили примерно 27 г/м². Для определения величин коррозийной устойчивости металла применялся метод оценки по потере веса металла. Показатели интенсивности ржавления металла в период хранения представлены на рисунке 2.

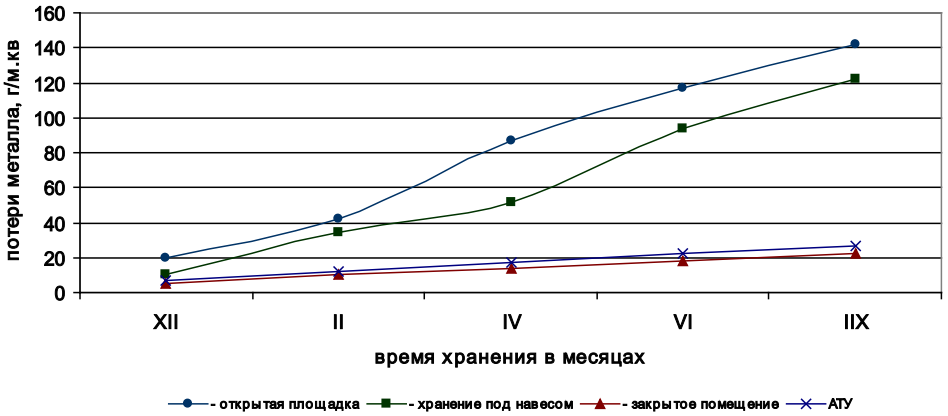


Рис. 2 – Интенсивность ржавления металла в период хранения

Степень меления лакокрасочного покрытия за весь период хранения 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 в закрытом помещении составила примерно 12 % по отношению к степени меления лакокрасочного покрытия 1 ед. такого же объекта СХТ при хранении его на открытой площадке, а концентрация микротрещин равна 0,4 шт/см². Степень меления лакокрасочного покрытия 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 при хранении ее на открытой площадке с применением экспериментальной конструкции АТУ составила 18 % по отношению к степени меления лакокрасочного покрытия 1 ед. такого же объекта СХТ при хранении его на открытой площадке, концентрация микротрещин при этом не превышала 0,45 шт/см². Показатели меления и растрескивания лакокрасочного покрытия представлены на рисунках 3 и 4.

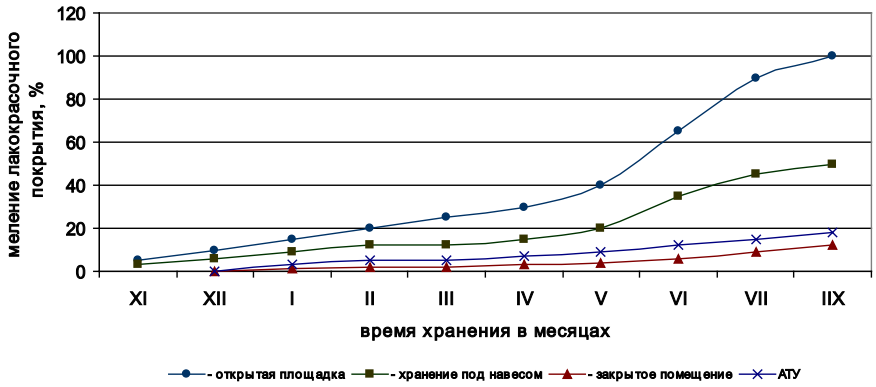


Рис. 3 – Меление лакокрасочного покрытия

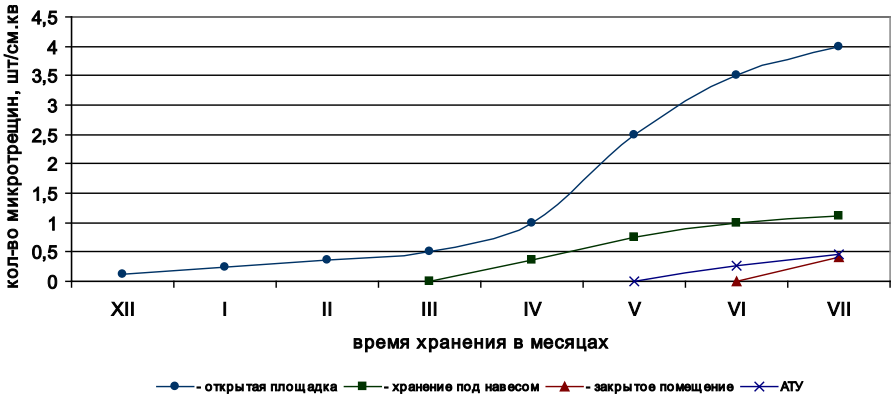


Рис. 4 – Растрескивание лакокрасочного покрытия

Оценка декоративных и защитных свойств лакокрасочного покрытия осуществлялась путем измерения показателей внешнего вида приборами: блескомер фотоэлектрический БФ5М-45/0/45 и дефектоскоп импульсный электроискровой "ПУЛЬСАР-2И".

Заключение

В заключение отметим, что нами были получены данные, которые позволяют проанализировать соотношение трат ресурсов и времени, а также определить возможный уровень производительности в определенных условиях. Так, например, показатели трудоемкости работ по подготовке зерновой сеялки СЗУ-3,6 к хранению и общие затраты на подготовку и хранение данного объекта СХТ при различных способах его хранения представлены в таблице.

Таблица – Показатели трудоемкости работ по подготовке зерновой сеялки СЗУ-3,6 к хранению и общие затраты на подготовку и хранение данного объекта СХТ при различных способах его хранения

Способ хранения	Трудоемкость работ по подготовке объекта техники к хранению, чел. ч	Общие затраты на подготовку и хранение объекта техники, руб.
Открытая площадка	2,065	2646,07
Хранение под навесом	2,065	2603,14
Закрытое помещение	1,24	1546,38
АТУ	1,25	1478,07

Из таблицы видно, что трудоемкость работ по подготовке 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 к хранению на открытой площадке выше, чем при способе хранения в закрытом помещении. Это связано с тем, что такой способ хранения требует дополнительных трудозатрат и материальных ресурсов (консервация, герметизация, демонтаж и монтаж деталей и узлов объекта СХТ, требующих складского хранения). Кроме того, увеличиваются затраты и на восстановление работоспособности деталей и узлов объекта СХТ после длительного хранения.

Трудоемкость работ по подготовке 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 к хранению под навесом практически такая же, как и при способе хранения на открытой площадке. Однако сохранность данного объекта СХТ при таком способе хранения несколько возрастает.

Общие затраты на подготовку и хранение 1 ед. зерновой сеялки СЗУ-3,6 в закрытом помещении ниже, чем при способе хранения на открытой площадке или под навесом.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о том, что применение экспериментальной конструкции АТУ является более эффективным способом обеспечения надежной сохранности зерновой сеялки СЗУ-3,6 от воздействия на нее окружающей среды на весь период хранения, так как, во-первых, такой способ хранения требует меньших вложений на обустройство места хранения, во-вторых, не требует дополнительных трудозатрат и материальных ресурсов на подготовку объекта СХТ к хранению, а общие затраты на подготовку и хранение данного объекта СХТ сравнимы со способом хранения его в закрытом помещении и составляют – 1478,07 руб. В связи с этим такой способ хранения может быть рекомендован фермерским хозяйствам и другим субъектам малого и среднего предпринимательства, у которых нет достаточных средств на постройку капитальных сооружений для хранения объектов СХТ, но существует потребность в создании надлежащих условий для хранения объектов СХТ в межсезонный период.

Список литературы

1. Комаров, В.А. Исследование процесса постановки на хранение комбайновой и самоходной техники в региональном агропромышленном комплексе / В.А. Комаров, Е.А. Нуянзин, М.И. Курашкин // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5. – С. 32–36. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-5-32-36

2. Комаров, В.А. Хранение сложной сельскохозяйственной техники в Мордовии / В.А. Комаров, Е.А. Нуянзин, М.И. Курашкин // Сельский механизатор. – 2019. – № 9. – С. 38–40. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41336363

3. Миронов, Е.Б. Современные разработки и технологии в области хранения сельскохозяйственной техники / Е.Б. Миронов, Е.В. Воронов, А.Н. Шишарина // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 6. – С. 93-96. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38500364

4. Шемякин, А.В. Оценка качества хранения сельскохозяйственной техники /А.В. Шемякин, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 11. – С. 2-3. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=11754639

5. Изменение состояния сельскохозяйственной техники в период хранения / А.В. Шемякин, В.Н. Володин, Е.Ю. Шемякина, К.П. Андреев // Сб. науч. тр. - Рязань, 2008. - С.356-358. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21264447

6. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Международный научный журнал – 2017. – № 3. – С. 62-65. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29408761

7. Повышение сохранности резинотехнических изделий / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-37. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=34967429

8. Совершенствование технологии хранения сельскохозяйственной техники / К.П. Андреев, К.А. Забара, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 7. – С. 32-38. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43158042

9. Крупин, А.Е. Использование приточно-вытяжной вентиляции при постановке сельскохозяйственной техники на хранение / А.Е. Крупин, Е.Б. Миронов, А.Н. Шишарина // Агротехника и энергообеспечение. – 2016. – №3 (12). – С. 17-24. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27325737

10. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 4 (32). – С. 93–97. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28351846

11. Роль наполнителя в составе жидкого консерванта для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / А.А. Будылкин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. : Вавиловские чтения: материалы Международной научнопрактической конференции.– Саратов, 2010.– Т.3 – С. 281-282. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26992255

12. Шемякин, А.В. Детерминальная модель хранения сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин // Сб. науч. тр. молодых ученых Рязанской ГСХА: материалы Всероссийской научно-практической конф. - Рязань, 2005. - С. 137-139. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20705816

13. Централизованное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в межсезонный период / А.В. Шемякин, М.Б. Латышенок, Е.М. Астахова, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация. – 2009. – № 7. – С. 16-17. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=13022162

14. Соловьева, С.П. Повышение эффективности хранения сельскохозяйственной техники путем обоснования параметров защитного тепло-

вого экрана : дис. … канд. техн. наук / С.П. Соловьева – Мичуринск, 2014. – 169 с. URL: https://dlib.rsl.ru/viewer/01005553329#?page=1

15. Латышенок, М.Б. Тепловое укрытие для хранения сельскохозяйственных машн на открытых площадках / М.Б. Латышёнок, А.В. Шемякин, С.П. Соловьёва // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 93-94. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18362630

16. Шемякин, А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых фермерских хозяйств : автореф. дис. … д-ра техн. наук / А.В. Шемякин; Мичуринский государственный аграрный университет. - Мичуринск, 2014. - 39 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24742044

17. Укрытие для хранения сельскохозяйственной техники /А.В. Шемякин, М.Б. Латышенок, Н.М. Морозова, С.П. Соловьёва, А.Ю. Юдачёв // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2011. – №4. – С. 204-207. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17706325

18. Development of constructive-technological scheme of parking for agricultural machinery / N. Skuryatin, A. Novitsky, A. Zhiltsov, E. Soloviev // Engineering for Rural Development 18. Сер. "18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings. – 2019. – № 369. – pp. 239-246. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N369

ADVANCED SOLUTION FOR IMPROVING THE SAFETY OF AGRICULTURAL EQUIPMENT WHEN STORAGE

Zabara Konstantin A., *Postgraduate Student of the Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, zabara78@yandex.ru*

Shemyakin Alexander V., *Doctor of Technical Science, Head of the Department of Organization of Transport Processes and Life Safety (OTP and LS), shem.alex62@yandex.ru*

Terentyev Vyacheslav V., *Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department of OTP and LS, vvt62ryazan@yandex.ru*

Andreev Konstantin P., *Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department of OTP and LS, kosta066@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *Currently, agricultural machinery (AM) is usually stored in closed rooms, under a canopy and in open equipped areas. However, the indicated storage technologies for AM cannot provide optimal storage conditions and have a low degree of economic efficiency. The purpose of the research is the theoretical substantiation and practical implementation of a new method of AM storage in an open area using an experimental design of an active thermal shelter (ATSh).*

Methodology. *The studies included a comparison with indicators of the three most common methods of AM storage, namely storage in a closed room, under a canopy and in an open equipped area. The objects of the study in the process of long-term storage were 4 grain seeders SZU-3.6. The storage process for four units of grain seeders SZU-3.6 was carried out as follows: 1 unit was in the open area, 1 unit was under a canopy, 1 unit was indoors and 1 unit was in an open area using an experimental design of ATSh.*

Results. *The analysis showed that the proposed method of AM storage in an open area with the use of an experimental design of ATSh requires less investment in arranging the storage site, does not require additional labor and material resources to prepare the storage facility for storage, and the total costs of preparing and storing an isolated storage facility are comparable to the cost of storing it indoors.*

Conclusion. *The use of the experimental design of ATSh is a more rational way to ensure the reliable safety of the insulated object of AM from the effects of the environment on it for the entire storage period.*

Key words: *agricultural machinery, storage technology, insulated equipment object, active thermal shelter, clean air injection unit, overpressure valve.*

Literatura

1. Komarov, V.A. Issledovanie processa postanovki na hranenie kombajnovoj i samohodnoj tekhniki v regional'nom agropromyshlennom komplekse / V.A. Komarov, E.A. Nuyanzin, M.I. Kurashkin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – № 5. – S. 32–36. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-5-32-36

2. Komarov, V.A. Hranenie slozhnoj sel'skohozyajstvennoj tekhniki v Mordovii / V.A. Komarov, E.A. Nuyanzin, M.I. Kurashkin // Sel'skij mekhanizator. – 2019. – № 9. – S. 38–40. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41336363

3. Mironov, E.B. Sovremennye razrabotki i tekhnologii v oblasti hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki / E.B. Mironov, E.V. Voronov, A.N. SHisharina // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2019. – № 6. – S. 93-96. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38500364

4. SHemyakin, A.V. Ocenka kachestva hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki /A.V. SHemyakin, E.YU. SHemyakina // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – 2008. – № 11. – S. 2-3. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=11754639

5. Izmenenie sostoyaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki v period hraneniya / A.V. SHemyakin, V.N. Volodin, E.YU. SHemyakina, K.P. Andreev // Sb. nauch. tr. - Ryazan', 2008. - S.356-358. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21264447

6. Mel'kumova, T.V. Zashchita rezinotekhnicheskih izdelij sel'skohozyajstvennoj tekhniki / T.V. Mel'kumova,

A.V. SHemyakin, V.V. Terent'ev // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal – 2017. – № 3. – S. 62-65. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29408761

7. Povyshenie sohrannosti rezinotekhnicheskih izdelij / T.V. Mel'kumova, V.V. Terent'ev, A.V. SHemyakin, K.P. Andreev // Sel'skij mekhanizator – 2018. – № 2. – S. 36-37. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=34967429

8. Sovershenstvovanie tekhnologii hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki / K.P. Andreev, K.A. Zabara, V.V. Terent'ev, A.V. SHemyakin, // Remont. Vosstanovlenie. Modernizaciya. – 2020. – № 7. – S. 32-38. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43158042

9. Krupin, A.E. Ispol'zovanie pritochno-vytyazhnoj ventilyacii pri postanovke sel'skohozyajstvennoj tekhniki na hranenie / A.E. Krupin, E.B. Mironov, A.N. SHisharina // Agrotekhnika i energoobespechenie. – 2016. – №3 (12). – S. 17-24. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27325737

10. Primenenie metoda katodnoj protektornoj zashchity dlya snizheniya poter' metalla pri hranenii sel'skohozyajstvennoj tekhniki / A.V. SHemyakin, V.V. Terent'ev, N.M. Morozova, S.A. Kozhin, A.V. Kirilin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2016. – № 4 (32). – S. 93–97. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28351846

11. Rol' napolnitelya v sostave zhidkogo konservanta dlya protivokorrozionnoj zashchity stykovyh i svarnyh soedinenij sel'skohozyajstvennogo oborudovaniya / A.A. Budylkin, M.B. Latyshenok, V.V. Terent'ev, A.V. SHemyakin // Sb. : Vavilovskie chteniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii.– Saratov, 2010.– T.3 – S. 281-282. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26992255

12. SHemyakin, A.V. Determinal'naya model' hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki / A.V. SHemyakin // Sb. nauch. tr. molodyh uchenyh Ryazanskoj GSKHA: materialy Vserossijskoj nauchno- prakticheskoj konf. - Ryazan', 2005. - S. 137-139. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20705816

13. Centralizovannoe tekhnicheskoe obsluzhivanie sel'skohozyajstvennoj tekhniki v mezhsezonnyj period / A.V. SHemyakin, M.B. Latyshenok, E.M. Astahova, E.YU. SHemyakina // Mekhanizaciya i elektrifikaciya. – 2009. – № 7. – S. 16-17. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=13022162

14. Solov'eva, S.P. Povyshenie effektivnosti hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki putem obosnovaniya parametrov zashchitnogo teplovogo ekrana : dis. … kand. tekhn. nauk / S.P. Solov'eva – Michurinsk, 2014. – 169 s. URL: https://dlib.rsl.ru/viewer/01005553329#?page=1

15. Latyshenok, M.B. Teplovoe ukrytie dlya hraneniya sel'skohozyajstvennyh mashn na otkrytyh ploshchadkah / M.B. Latyshyonok, A.V. SHemyakin, S.P. Solov'yova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2012. – № 4 (16). – S. 93-94. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18362630

16. SHemyakin, A.V. Sovershenstvovanie organizacii rabot, svyazannyh s hraneniem sel'skohozyajstvennyh mashin v usloviyah malyh fermerskih hozyajstv : avtoref. dis. … d-ra tekhn. nauk / A.V. SHemyakin; Michurinskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. - Michurinsk, 2014. - 39 s. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=24742044

17. Ukrytie dlya hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki / A.V. SHemyakin, M.B. Latyshenok, N.M. Morozova, S.P. Solov'yova, A.YU. YUdachyov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2011. – №4. – S. 204-207. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17706325

18. Development of constructive-technological scheme of parking for agricultural machinery / N. Skuryatin, A. Novitsky, A. Zhiltsov, E. Soloviev // Engineering for Rural Development 18. Ser. "18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings. – 2019. – № 369. – pp. 239-246. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N369

УДК 621.362 DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.019

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, *д-р техн. наук, доцент, зав каф. «Электроснабжение», kadm76@mail.ru*

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspensckij@yandex.ru*

ЮХИН Иван Александрович, *д-р техн. наук, доцент, зав. каф. автотракторной техники и теплоэнергетики, yuival@rambler.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

МАЧНЕВ Алексей Валентинович, *д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры "Прикладная механика и инжиниринг технических систем", Московский государственный университет пищевых производств, mgupp@mgupp.ru*

БОЧКОВ Павел Эдуардович, *аспирант кафедры «Электроснабжение», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, pav.bochkov@yandex.ru*

Цель исследования *состоит в определении количества выделяемой и поглощаемой теплоты элементом Пельтье марки ТЭК-12705, который в силу своих конструкционных особенностей имеет особую характеристику по потреблению электрической энергии, зависимости которой и необходимо определить.*

Материалы и методы исследования. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные исследовательские вопросы было проведено экспериментальное исследование. Объектом исследования являлся термоэлектрический преобразователь, для которого были созданы условия, позволяющие наблюдать характеристики элемента Пельтье в замкнутой термодинамической системе. Элемент Пельтье – это термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого базируется на эффекте Пельтье, а именно возникновении разности температур при протекании электрического тока. В основу работы элементов Пельтье положен спай двух полупроводниковых материалов с разными уровнями энергии электронов в зоне проводимости. При протекании тока через контакт таких материалов электрону необходимо приобрести энергию, чтобы перейти в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника. При поглощении этой энергии происходит охлаждение места контакта полупроводников. Принимая во внимание компактные габаритные размеры этих элементов (пластинки толщиной от 3 до 7 мм), можно заключить, что данные устройства могут быть использованы в сушильных установках.*

Результаты исследования и их анализ. *Результаты настоящего исследования показали, что при изменении разности температуры элемента Пельтье марки ТЭК-12705 от 16,1 до 50,2 °С потребляемая им мощность изменяется от 36,6 до 30,1 Вт, при этом напряжение питания составляет 11,2 В. Продолжительность работы следует определять экспериментальным путем, так как эффективность работы элемента зависит от эффективности теплоотвода.*

Заключение. *В результате проведённого исследования были установлены зависимости, показывающие, что работа элемента Пельтье по своей характеристике наиболее близка к линейному нагревательному устройству, но только при продолжительной эксплуатации и превышении рабочей температуры выше нормы.*

Ключевые слова: *элемент Пельтье, количество теплоты, потребляемая мощность, выделяемая мощность.*

Введение

Тенденции развития современного пчеловодства в значительной мере направлены на глубокую переработку получаемой продукции [1-8]. Важнейшим продуктом пчеловодства является перга. Этот продукт широко применяется в апитерапии для лечения многих заболеваний. Требования ГОСТ 31776-2012, предъявляемые к перге, предполагают обязательное проведение ее сушки, которая обеспечивает возможность длительного хранения продукта [9-11]. Сложность процесса сушки связана с тем, что температура воздуха, обдувающего продукт, не должна превышать 45 °С, чтобы не нарушать качество термолабильных компонентов [12-15]. При такой температуре скорость сушки небольшая, поэтому длительность процесса может достигать 50-60 часов.

Для повышения скорости сушки необходимо удалить максимум влаги из воздуха. Решение данной задачи возможно получить путем вымораживания или конденсации влаги из воздушного потока, циркулирующего внутри сушильной камеры. Нами предлагается выполнять эту операцию посредством холодильной установки, построенной на элементах Пельтье [16-25]. Для обоснования параметров предлагаемой холодильной установки необходимо иметь точные данные о параметрах элементов Пельтье.

Цель исследования

Целью исследования является определение количества выделяемой и поглощаемой теплоты элементом Пельтье марки ТЭК-12705.

Материалы и методы исследования

Для математического расчёта фактических

© Каширин Д. Е., Успенский И. А., Юхин И. А., Мачнев А. В., Бочков П. Э., 2021г.

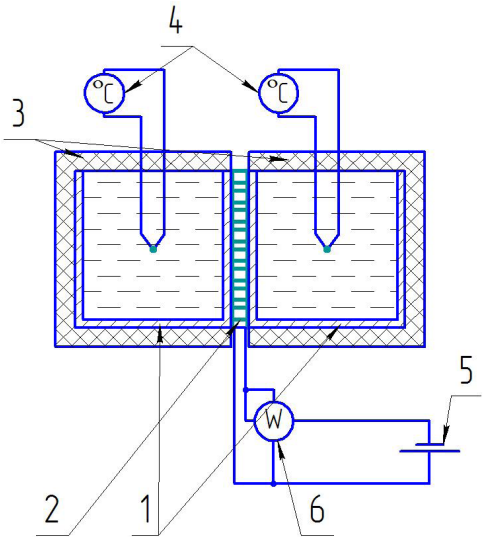
показателей тепловой энергии, которую элемент Пельтье передал и которую выделил, была изготовлена лабораторная установка, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1, а общий вид – на рисунке 2.

Установка позволяет:

– измерять изменение потребляемой электрической мощности при изменении температуры элемента Пельтье;

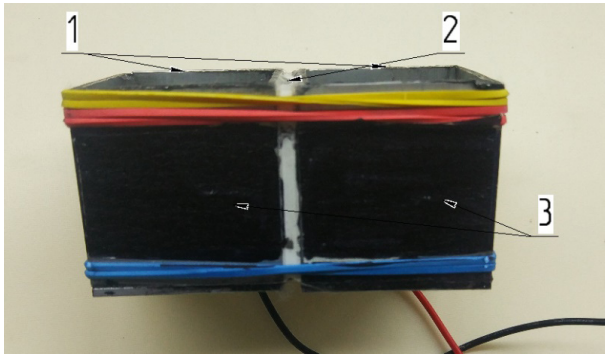
– производить измерение тепловой мощности, перекачиваемой элементом Пельтье.

Установка (рис. 1) состоит из двух алюминиевых ёмкостей (1) одинаковой массы и объёма и самого элемента Пельтье марки ТЭК 12705 (2). Для увеличения теплового контакта между поверхностями элемента и ёмкостей была применена теплопроводящая паста марки HT-GY260. Для отслеживания температуры использовался тепловизор марки Testo 871 и датчики температуры (4), а для отслеживания активной мощности – универсальный измерительный прибор Testo 730-3.



1 – нагреваемая и охлаждаемая алюминиевые ёмкости; 2 – элемент Пельтье; 3 – теплоизоляция; 4 – датчики температуры; 5 – источник питания; 6 – универсальный измерительный прибор Testo 730-3

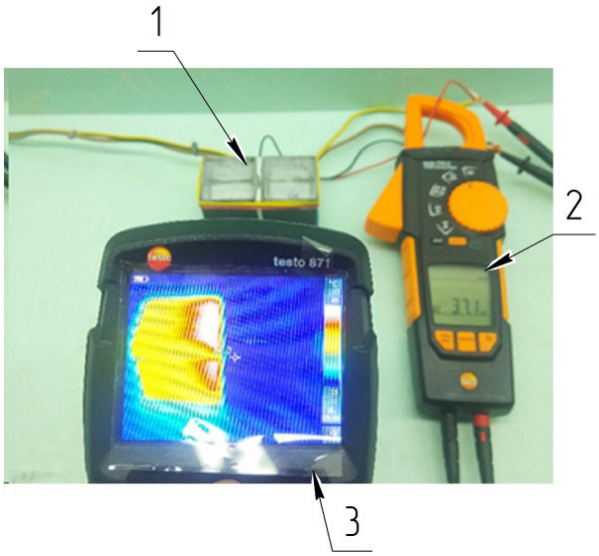
Рис. 1 – Принципиальная схема лабораторной установки



1 – нагреваемая и охлаждаемая алюминиевые ёмкости; 2 – элемент Пельтье; 3 – теплоизоляция

Рис. 2 – Общий вид лабораторной установки

Так как даже в лабораторных условиях сложно создать замкнутую систему, которая не будет взаимодействовать с окружающей средой, было принято решение использовать в нашем опыте дополнительный теплоизолятор, а тепловую инерцию повысить за счёт использования воды, которую налили в каждую ёмкость в количестве 50±0,1 мл.



1 – установка; 2 – универсальный измерительный прибор марки Testo 730-3;
3 – тепловизор марки Testo 871

Рис. 3 – Общий вид лабораторной установки во время проведения опыта (для наглядности, без теплоизолятора)

Опыты проводили следующим образом. Ёмкости, расположенные на поверхностях элемента Пельтье, заполняли водой в количестве по 50±0,1 г., после чего на установку направляли тепловизор. Для выравнивания температур ёмкостей установку не включали в течение 10 минут. По истечении данного промежутка времени на выводы элемента Пельтье подавали постоянное напряжение со значением 11,2 В. При этом измеряли активную мощность при помощи встроенного в универсальный измерительный прибор марки Testo 730-3 ваттметра с точностью до 0,01 Вт. Температуру нагреваемой и охлаждаемой ёмкостей измеряли тепловизором марки Testo 871 с точностью до 0,01 °С.. Показания снимали через равные интервалы времени длительностью по 60 с до момента достижения нагреваемой поверхностью температуры +90 °С.

Результаты исследования и их анализ

Для уменьшения погрешности были проведены три опыта в одинаковых условиях. Каждый опыт длился 13 минут. Результаты исследований представлены в виде уравнений регрессии (1) и (3), а также графически на рисунках 3,4. На рисунках также представлены данные опытов и их усреднённые значения.

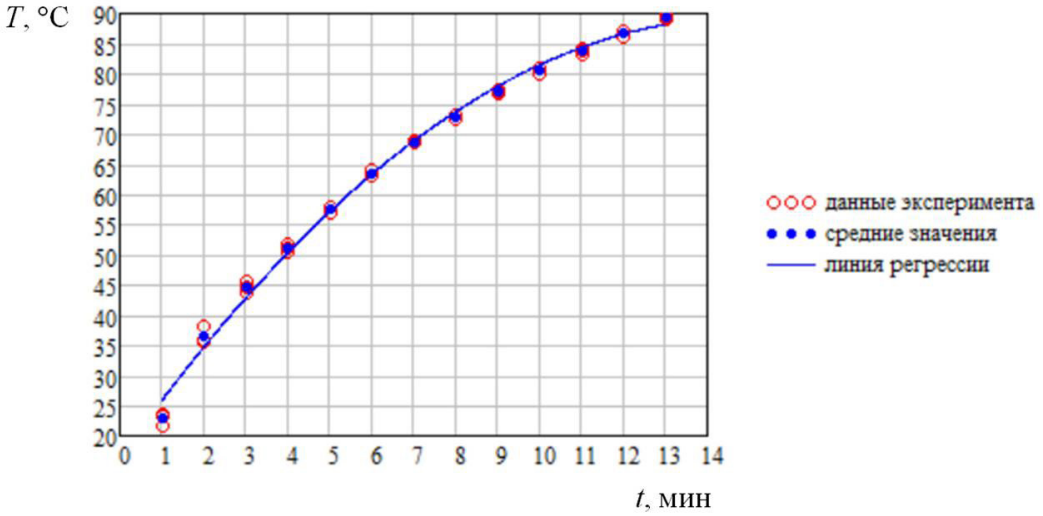


Рис. 4 – Зависимость температуры нагреваемой емкости Т,°С от времени t, мин

Математическая модель, описывающая зависимость температуры Т(х) нагреваемой емкости от времени:

$$T(x) = 16,385 + 9,79 \cdot x - 0,33 \cdot x^2, \quad (1)$$

где х – продолжительность работы элемента Пельтье, мин.

Анализ представленной зависимости показывает, что выбранный квадратичный полином описывает исследуемый процесс с высокой точностью – коэффициент детерминации R_2 = 0,996.

Установленный вид зависимости (1) показывает, что работа элемента Пельтье близка к линейному нагревательному устройству при продолжительности эксплуатации, не превышающей 5-6 мин, после чего у полупроводников исследуемого элемента начинает изменяться проводимость, о чем свидетельствует замедление роста температуры. По-видимому, нагрев элемента является наиболее значимым фактором, влияющим на его работоспособность.

Для более подробного изучения физических процессов, происходящих в лабораторной установке, было решено изучить влияние разности температур между горячей и холодной емкостями Т, °С на мощность, потребляемую элементом Р, Вт.

$$\Delta T = T_Г - T_X, \quad (2)$$

где $T_г$ – температура горячей емкости, °С;

T_x – температура холодной емкости, °С.

Полученная в результате статистической обработки зависимость представлена на рисунке 5, а описывающая данный процесс модель приведена в виде квадратичного полинома (3).

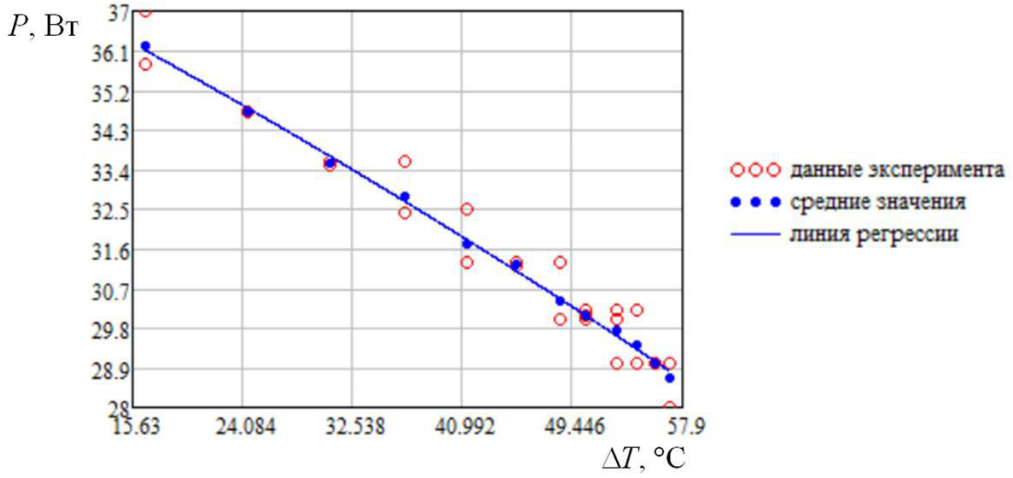


Рис. 5 – Зависимость потребляемой элементом Пельтье мощности Р, Вт от разности температур ΔТ, °С

$$P(x) = 38,7 - 0,15 \cdot x - 0,00047 \cdot \quad (3)$$

где x – разность температур ΔT, °C.

Анализ представленной зависимости показывает, что выбранный квадратичный полином описывает исследуемый процесс с высокой точностью – коэффициент детерминации $R^2 = 0,998$.

Вид установленной модели (3) близок к линейной зависимости, причем обнаруживает убывающий характер. На основании полученной зависимости можно предположить, что по мере нагрева полупроводников элемента Пельтье до температуры, близкой к критической (90 °C) их проводящие свойства уменьшаются.

Заключение

1. При изменении разности температуры элемента Пельтье марки ТЭК-12705 от 16,1 до 50,2 °C потребляемая им мощность изменяется от 36,6 до 30,1 Вт, при этом напряжение питания составляет 11,2 В.

2. Наиболее целесообразным представляется использование элементов Пельтье в цикличном режиме работы, так как это не позволит нагревать его до критической температуры. Продолжительность циклов следует определять экспериментальным путем, так как эффективность работы элемента зависит от эффективности теплоотвода.

Список литературы

1. Бышов, Д.Н. Исследование гигроскопических свойств загрязнителей воскового сырья / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Электронный научнометодический журнал Омского ГАУ, 2016. – Спецвыпуск №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gigroskopicheskih-svoystv-zagryazniteley-voskovogo-syrya/viewer

2. Бышов, Д.Н. Исследование гранулометрического состава загрязненного воскового сырья / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сб. науч. тр. – 2016. – С. 463-465. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26276106

3. Бышов, Д.Н. Исследование дисперсионных свойств перги различного гранулометрического состава / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1 (33). – С. 69-74. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29409333

4. Бышов, Д.Н. Исследование эффективности очистки воскового сырья в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д.Н. Бышов [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 12 (135). – С. 115-122. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32358087

5. Павлов, В.В. Исследование процесса растворения загрязняющих примесей воскового сырья в воде при интенсивном механическом перемешивании / В.В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. № 4 (36). С. 126-132. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32205966

6. Нарядчиков, А.С. Применение электромагнитной энергии для обеззараживания воды в животноводстве фермерских хозяйств/А.С. Нарядчиков, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов //Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».Сб. науч. тр.-2020.- С. 183-187.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42813628

7. Танабаев, А.С.Анализ методов защиты электродвигателей погружных насосов/ А.С. Танабаев, С.О. Фатьянов,А.С. Морозов //Материалы всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина. ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. Сб. науч. тр.-2020. - С. 208-213.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42766839

8. Митрофанова, Е.И.Системы регулирования электропривода механизмов с вентиляторным моментом /Е.И. Митрофанова, А.С. Морозов, С.О. Фатьянов, М.А.Яковин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции (МеждународныеБочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Сб. науч. тр.-2019.- С. 133-137 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38171082

9. Пустовалов, А.П.Исследование энергоэффективности способов запуска асинхронных электродвигателей/ А.П. Пустовалов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов// Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Сб. науч. тр.-2019. - С. 191-194.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38074041

10. Евдокимов, Д.М.Способы и технические средства для обеззараживания молока на фермах с использованием электрофизических методов /Д.М. Евдокимов,А.П. Пустовалов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов,И.И. Садовая //Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. Сб. науч. тр.-2019.- С. 52-56.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41041444

11. Мисюрева, С.А.Применение энергоэффективных способов нагрева воды на молочнотоварных фермах / С.А. Мисюрева,С.О. Фатьянов, А.С. Морозов,И.И. Садовая//Приоритетные направле-

ния научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. Сб. науч. тр.- 2019. - С. 293-298.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37200430

12. Фатьянов, С.О. Анализ теплоэнергообеспечения процесса термообработки сои /С.О. Фатьянов,А.П. Пустовалов, А.С. Морозов, А.А.Ивушкин //Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Сб. науч. тр.- 2019.- С. 250-254.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42769475

13. Фатьянов, С.О.Исследование и анализ использования биогазовых установок в АПК /С.О. Фатьянов, С.В. Карловский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Сб. науч. тр.-2019. - С. 254-258.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42769447

14. Фатьянов, С.О.Определение качественных показателей надежности устройства пофазно-импульсного управления электроприводом вентилятора / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов,Е.И. Митрофанова //Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса. Материалы 70-й Международной научно-практической конференции.Сб. науч. тр.- 2019. - С. 406-412.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42769447

15. Мисюрева, С.А.Снижение энергопотребления при нагреве воды в коровнике /С.А. Мисюрева,А.С. Морозов , С.О. Фатьянов // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса. материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. Сб. науч. тр.-2018. -С. 276-279. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36450651

16. Фатьянов, С.О. Снижение пиковых токов ёмкостных фильтров в выпрямителях переменного тока /С.О. Фатьянов, Н.Г. Кипарисов, П.Е. Кожин // Сборник по материалам 69-ой Международной научно-практической конференции - Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2018. – С. 357-360. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36441253

17. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Сборник по материалам 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2017. – С. 193-196. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29957205

18. Копаев, С.А. Применение фильтровых защит асинхронных электродвигателей сельскохозяйственного назначения / С.А. Капаев, А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Сборник по материалам Национальной научно-практической конференции – Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса. – 2017. – С. 89-93. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32675727

19. Фатьянов, С.О. Априорное гарантирующее оценивание параметровпри проектировании алготитмов управления механическими объектами / С.О. Фатьянов, К.В. Миронова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3 (23). – С. 69-74. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22855073

20. Фатьянов, С.О. Статистическая обработка результатов измерений электрических величин / С.О. Фатьянов, Д.И. Козлов, В.И. Мазанов // Материалы сборника международной научно-практической конференции - Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития. – 2013. – С. 565-568. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29057473

21. Фатьянов, С.О. Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов в условиях неопределенности / С.О. Фатьянов // Материалы сборника научно-практической конференции "Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК". – 2012. – С. 77-80. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18910228

22. Ильин, М.ЕАвтоматизированная система обработки экспериментальных данных при спектрометрическом анализе / М.Е. Ильин, А.И. Новиков, С.О. Фатьянов, Е.П. Чураков // Материалы конференции семинар по атомной спектроскопии – Ростов-Великий. – 1990. – С. 10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41454067

23. Фатьянов, С.О. О марковском подходе к задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / С.О. Фатьянов, Е.П. Чураков // Материалы III всесоюзная конференция "перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов. – 1988. – С. 38-39. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41300249

24. Чурков, Е.П. О фильтрации марковских последовательностей в задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // Межвузовский сборник научных трудов. Рязань – Математические методы управления и обработки данных. – 1988. С. 103-107. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41340949

25. Фатьянов, С.О. Перспективы использования активного вентилятора и СВЧ излучений при сушке сыпучих продуктов / С.О. Фатьянов [и др.] // Материалы Национальной научно-практической конференции - Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. – 2019. – С. 466-471. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37211851

STUDY OF PELTIER ELEMENT POWER CHARACTERISTICS

Kashirin Dmitriy Ye., *doctor of technical sciences, associate professor, kadm76@mail.ru*
Uspenskiy Ivan A., *Dr. tech. Sci., Professor, ivan.uspensckij@yandex.ru*
Yukhin Ivan A., *Dr. tech. Sci., associate Professor, yuival@rambler.ru*
Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev
Machnev Aleksey V., *doctor of technical sciences, associate professor, mgupp@mgupp.ru*
Moscow State Food Production University
Bochkov Pavel E., *post-graduate student, pav.bochkov@yandex.ru*
Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Problem and goal. *The purpose of this study is to determine the amount of heat released and absorbed by the Peltier element of the TEK-12705 brand, which, due to its design features, has a special characteristic for the consumption of electrical energy, the dependencies of which must be determined.*
Methodology. *To achieve the research goal and answer the research questions, an experimental study was conducted. The object of the study was the thermoelectric converter itself, for which conditions were created that allow us to observe the characteristics of the Peltier element in a closed thermodynamic system. The Peltier element is a thermoelectric converter, the principle of operation of which is based on the Peltier effect, namely, the occurrence of a temperature difference when an electric current flows. The work of the Peltier elements is based on the junction of two semiconductor materials with different levels of electron energy in the conduction band. When a current flows through the contact of such materials, the electron needs to acquire energy in order to move to a higher-energy conduction band of another semiconductor. When this energy is absorbed, the contact point of the semiconductors cools. Taking into account the compact overall dimensions of these elements (plates with a thickness of 3 to 7 mm), it can be concluded that these devices can be used in drying plants.*
Results. *The results of this study showed that when the temperature difference of the Peltier element of the TEK-12705 brand changes from 16.1 to 50.2 °C, the power consumed by it changes from 36.6 to 30.1 W, while the supply voltage is 11.2 V. The duration of operation should be determined experimentally, since the efficiency of the element depends on the efficiency of the heat sink.*
Conclusion. *As a result of the conducted research, the dependences were established, showing that the operation of the Peltier element in its characteristic is closest to a linear heating device, but only with prolonged operation and exceeding the operating temperature above the norm.*
Key words: *Peltier element, amount of heat, power consumption, power dissipation.*

Literatura

1. *By`shov, D.N. Issledovanie gigroskopicheskix svojstv zagryaznitelej voskovogo sy`r`ya / D.N. By`shov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // E`lektronny`j nauchnometodicheskij zhurnal Omskogo GAU, 2016. – Speczvy`pusk №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-gigroskopicheskih-svoystv-zagryazniteley-voskovogo-syrya/viewer*
2. *By`shov, D.N. Issledovanie granulometricheskogo sostava zagryaznennogo voskovogo sy`r`ya / D.N. By`shov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // E`nergoe`ffektivny`e i resursosberegayushhie texnologii i sistemy`: sb. nauch. tr. – 2016. – S. 463-465. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=26276106*
3. *By`shov, D.N. Issledovanie dispersionny`x svojstv pergi razlichnogo granulometricheskogo sostava / D.N. By`shov, D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva. – 2017. – № 1 (33). – S. 69-74. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29409333*
4. *By`shov, D.N. Issledovanie e`ffektivnosti ochistki voskovogo sy`r`ya v vode pri intensivnom mexanicheskom peremeshivanii / D.N. By`shov [i dr.] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 12 (135). – S. 115-122. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32358087*
5. *Pavlov, V.V. Issledovanie processa rastvoreniya zagryaznyayushhix primesej voskovogo sy`r`ya v vode pri intensivnom mexanicheskom peremeshivanii / V.V. Pavlov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva. 2017. № 4 (36). S. 126-132. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32205966*
6. *Naryadchikov, A.S. Primenenie e`lektromagnitnoj e`nergii dlya obezzarazhivaniya vody` v zhivotnovodstve fermerskix xozyajstv/A.S. Naryadchikov, S.O. Fat`yanov, A.S. Morozov //Nauchno-prakticheskie aspekty` innovacionnogo razvitiya transportny`x sistem i inzhenerny`x sooruzhenij. Materialy` Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ministerstvo sel`skogo xozyajstva RF, Federal`noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet imeni P. A. Kosty`cheva».Cb. nauch. tr.-2020.- S. 183-187.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42813628*
7. *Tanabaev, A.S. Analiz metodov zashhity` e`lektrodvigatelej pogruzhny`x nasosov/ A.S. Tanabaev, S.O. Fat`yanov,A.S. Morozov //Materialy` vserossijskoj nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhyonnoj 80-letiyu so dnya rozhdeniya professora Anatoliya Mixajlovicha Lopatina. FGBOU VO Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kosty`cheva, Sovet molody`x ucheny`x. Cb. nauch. tr.-2020. - S. 208-213.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42766839*

8. Mitrofanova, E.I.Sistemy` regulirovaniya e`lektroprivoda mexanizmov s ventilyatorny`m momentom /E.I. Mitrofanova, A.S. Morozov, S.O. Fat`yanov, M.A.Yakovin // Kompleksny`j podxod k nauchno-texnicheskomu obespecheniyu sel`skogo xozyajstva. Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Mezhdunarodny`eBochkarevskie chteniya), posvyashhennoj pamyati chlena-korrespondenta RASXN i NANKR, akademika MAE`P i RAVN Bochkareva Ya.V. Cb. nauch. tr.-2019.- S. 133-137 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38171082

9. Pustovalov, A.P.Issledovanie e`nergoe`ffektivnosti sposobov zapuska asinxronny`x e`lektrodvigatelej/ A.P. Pustovalov, S.O. Fat`yanov, A.S. Morozov// Kompleksny`j podxod k nauchno-texnicheskomu obespecheniyu sel`skogo xozyajstva. Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Mezhdunarodny`e Bochkarevskie chteniya), posvyashhennoj pamyati chlena-korrespondenta RASXN i NANKR, akademika MAE`P i RAVN Bochkareva Ya.V. Cb. nauch. tr.-2019. - S. 191-194.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38074041

10. Evdokimov, D.M.Sposoby` i texnicheskie sredstva dlya obezzarazhivaniya moloka na fermax s ispol`zovaniem e`lektrofizicheskix metodov /D.M. Evdokimov,A.P. Pustovalov, S.O. Fat`yanov, A.S. Morozov,I.I. Sadovaya //Tendencii inzhenerno-texnologicheskogo razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa. Materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ministerstvo sel`skogo xozyajstva Rossijskoj Federacii; Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet imeni P.A. Kosty`cheva», Sovet molody`x uchyony`x FGBOU VO RGATU. Cb. nauch. tr.-2019.- S. 52-56.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41041444

11. Misyureva, S.A.Primenenie e`nergoe`ffektivny`x sposobov nagreva vody` na molochnotovarny`x fermax / S.A. Misyureva,S.O. Fat`yanov, A.S. Morozov,I.I. Sadovaya//Prioritetny`e napravleniya nauchno-texnologicheskogo razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Rossii. Materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii.Cb. nauch. tr.- 2019. - S. 293-298.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37200430

12. Fat`yanov, S.O. Analiz teploe`nergoobespecheniya processa termoobrabotki soi /

S.O. Fat`yanov,A.P. Pustovalov, A.S. Morozov, A.A.Ivushkin //Nauchno-innovacionny`e texnologii kak faktor ustojchivogo razvitiya otechestvennogo agropromy`shlennogo kompleksa. Materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kosty`cheva. Cb. nauch. tr.-2019.- S. 250-254.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42769475

13.Fat`yanov, S.O.Issledovanie i analiz ispol`zovaniya biogazovy`x ustanovok v APK /S.O. Fat`yanov, S.V. Karlovskij // Nauchno-innovacionny`e texnologii kak faktor ustojchivogo razvitiya otechestvennogo agropromy`shlennogo kompleksa. Materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kosty`cheva. Cb. nauch. tr.-2019. - S. 254-258. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42769447

14.Fat`yanov, S.O.Opredelenie kachestvenny`x pokazatelej nadezhnosti ustrojstva pofazno-impul`snogo upravleniya e`lektroprivodom ventilyatora / S.O. Fat`yanov, A.S. Morozov,E.I. Mitrofanova //Vklad universitetskoj agrarnoj nauki v innovacionnoe razvitie agropromy`shlennogo kompleksa. Materialy` 70-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii.Cb. nauch. tr.- 2019. - S. 406-412.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42769447

15.Misyureva, S.A.Snizhenie e`nergopotrebleniya pri nagreve vody` v korovnike /S.A. Misyureva,A.S. Morozov , S.O. Fat`yanov // Innovacionnoe nauchno-obrazovatel`noe obespechenie agropromy`shlennogo kompleksa. materialy` 69-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Cb. nauch. tr.-2018. -S. 276-279. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36450651

16.Fat`yanov, S.O. Snizhenie pikovy`x tokov yomkostny`x fil`trov v vy`pryamitelyax peremennogo toka /S.O. Fat`yanov, N.G. Kiparisov, P.E. Kozhin // Sbornik po materialam 69-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii - Innovacionnoe nauchno-obrazovatel`noe obespechenie agropromy`shlennogo kompleksa. – 2018. – S. 357-360. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36441253

17.Morozov, A.S. Povy`shenie e`kspluatacionnoj nadezhnosti asinxronny`x e`lektrodvigatelej v sel`skom xozyajstve / A.S. Morozov, I.I. Sadovaya, S.O. Fat`yanov // Sbornik po materialam 68-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj Godu e`kologii v Rossii. Ministerstvo sel`skogo xozyajstva rossijskoj federacii; FGBOUVO «Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet imeni P.A. Kosty`cheva». – 2017. – S. 193-196. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29957205

18.Kopaev, S.A. Primenenie fil`trovy`x zashhit asinxronny`x e`lektrodvigatelej sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya / S.A. Kapaev, A.S. Morozov, I.I. Sadovaya, S.O. Fat`yanov // Sbornik po materialam Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii – Sovershenstvovanie sistemy` podgotovki i dopolnitel`nogo professional`nogo obrazovaniya kadrov dlya agropromy`shlennogo kompleksa. – 2017. – S. 89-93. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32675727

19.Fat`yanov, S.O. Apriornoe garantiruyushhee ocenivanie parametrovpri proektirovanii algotitmov upravleniya mexanicheskimi ob``ektami / S.O. Fat`yanov, K.V. Mironova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva. – 2014. – № 3 (23). – S. 69-74. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22855073

20.Fat`yanov, S.O. Statisticheskaya obrabotka rezul`tatov izmerenij e`lektricheskix velichin / S.O. Fat`yanov, D.I. Kozlov, V.I. Mazanov // Materialy` sbornika mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii - Nauchny`e prioritety` v APK: innovacionny`e dostizheniya, problemy`, perspektivy` razvitiya. – 2013. – S.

565-568. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29057473

21.Fat`yanov, S.O. Approksimaciya vol`tamperny`x xarakteristik nelinejny`x e`lementov v usloviyax neopredelennosti / S.O. Fat`yanov // Materialy` sbornika nauchno-prakticheskoj konferencii "Innovacionny`e napravleniya i metody` realizacii nauchny`x issledovanij v APK". – 2012. – S. 77-80. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18910228

22.Il`in, M.EAvtomatizirovannaya sistema obrabotki e`ksperimental`ny`x danny`x pri spektrometricheskom analize / M.E. Il`in, A.I. Novikov, S.O. Fat`yanov, E.P. Churakov // Materialy` konferencii seminar po atomnoj spektroskopii – Rostov-Velikij. – 1990. – S. 10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41454067

23.Fat`yanov, S.O. O markovskom podxode k zadache interpretacii rezul`tatov kosvenny`x e`ksperimentov / S.O. Fat`yanov, E.P. Churakov // Materialy` III vsesoyuznaya konferenciya "perspektivny`e metody` planirovaniya i analiza e`ksperimentov pri issledovanii sluchajny`x polej i processov. – 1988. – S. 38-39. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41300249

24.Churkov, E.P. O fil`tracii markovskix posledovatel`nostej v zadache interpretacii rezul`tatov kosvenny`x e`ksperimentov / E.P. Churakov, S.O. Fat`yanov // Mezhvuzovskij sbornik nauchny`x trudov. Ryazan` – Matematicheskie metody` upravleniya i obrabotki danny`x. – 1988. S. 103-107. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41340949

25.Fat`yanov, S.O. Perspektivy` ispol`zovaniya aktivnogo ventilyatora i SVCh izluchenij pri sushke sy`puchix produktov / S.O. Fat`yanov [i dr.] // Materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii - Prioritetny`e napravleniya nauchno-texnologicheskogo razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Rossii. – 2019. – S. 466-471. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37211851

УДК 631.56 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.020***

К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ УБОРКЕ И ЗАКЛАДКЕ НА ХРАНЕНИЕ

КОЛОШЕИН Дмитрий Владимирович, *канд. тех. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, dkoloshein@mail.ru*

ЦЫГАНОВ Николай Викторович *аспирант кафедры строительства инженерных сооружений и механики, omega.slider@mail.ru*

МАСЛОВА Лилия Александровна, *старший преподаватель кафедры строительства инженерных сооружений и механики,maslovala@bk.ru*

КУЛЬКОВ Сергей Николаевич, *аспирант кафедры строительства инженерных сооружений и механики, sisim62@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

Проблема и цель. *Целью проводимого исследования является снижение механических повреждений в процессе погрузки, перевозки клубней и закладке картофеля на хранение.*

Методология. *Повреждения клубней влияют на лежкость картофеля при хранении. Для достижения цели исследования были определены в соответствии со стандартами предельно допустимые значения энергии удара и высоты падения клубней. Анализ факторов, влияющих на появление повреждений клубней картофеля, позволил группе авторов предложить классификацию основных факторов. Дальнейший анализ показал, что факторы или причины, влияющие на появление повреждений у клубней картофеля, делятся на несколько основных видов. Биологический фактор возникновения повреждений клубней картофеля, как показывает практика, можно минимизировать за счет районирования сортов картофеля (использование наиболее пригодных сортов картофеля для машинной уборки) и соблюдения технологии уборки урожая. Технический фактор в первую очередь зависит от конструктивных особенностей картофелеуборочной техники.*

Результаты. *Проведенные исследования позволили уточнить причины механических повреждений клубней, получаемых при закладке на хранение картофеля в контейнеры. Были определены также размерно-массовые характеристики сорта картофеля «Гала»*

Заключение. По итогам проведенных исследований было определено, что при загрузке контейнеров и хранении картофеля, а также с целью снижения повреждений клубней необходимо применять различные типы гасителей ударной нагрузки. Самым простым гасителем будут являться ремни из прорезиненной ткани, с креплением по краям контейнера.

Ключевые слова: *картофель, хранение, потери, сохранность, микроклимат, механические повреждения.*

© Колошеин Д. В., Цыганов Н. В.,Маслова Л. А., Кульков С. Н., 2021 г.

Введение

Согласно данным Министерства сельского хозяйства РФ в 2020 г. картофель в крестьянских (фермерских) хозяйствах и сельскохозяйственных предприятиях был собран с площади 268,2 тыс. тонн. При этом накопано было свыше 6,6 млн тонн при урожайности 244 ц/га (рис. 1). Для сравнения за 2019 год было собрано 7,6 млн тонн картофеля. Снижение сбора урожая (рис. 2) прежде всего связано с сокращением на 20 тыс. га посадочных площадей и со сложными погодными условиями в ряде регионов РФ.

Следует отметить, что в начале осени сроки уборки картофеля пришлось перенести из-за плохого формирования кожуры у клубней, что в условиях уборки привело бы к большим механическим повреждениям и к повышению потерь при хранении клубней [1, 2, 3].

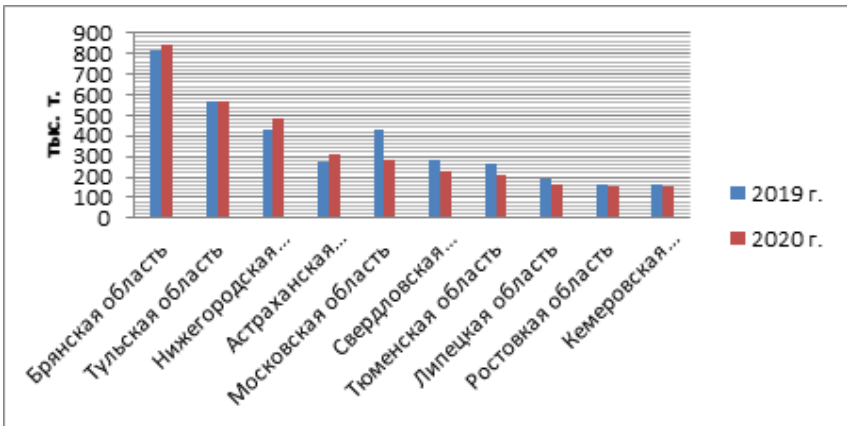


Рис. 1 – Регионы-лидеры по объемам валового сбора картофеля в 2020 году

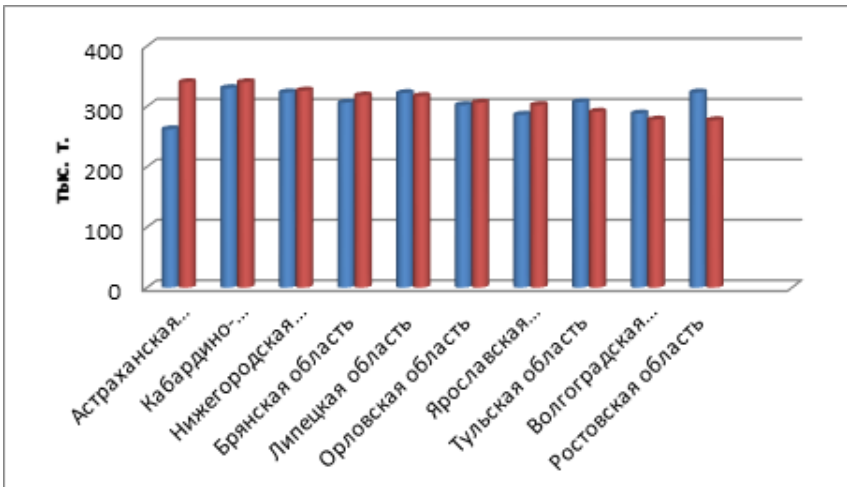


Рис. 2 – Регионы-лидеры по урожайности в 2020 г в РФ

Методика исследований

Технология производства картофеля [2-5] прежде всего основана на комплексной механизации. В условиях механизированной уборки картофеля увеличиваются травмы клубней. Это ведет к развитию бактерий и патогенных грибов, что в дальнейшем снижает качество семенного и товарного картофеля. При механизированной уборке степень повреждений [6] доходит до 30 %, при транспортировке – до 3 %, при складировании – до 3 %, при сортировке – до 10 % клубней. Однако повреждения не одинаковы для разных сортов.

Проведем анализ классификации факторов, влияющих на травмы клубней картофеля (рис.3). Из данных рисунка 3 видно, что устранимых факторов больше, значит, именно на них необходимо сосредоточить внимание в период уборки. Человеческий фактор при уборке рекомендуется свести к минимуму путем обучения персонала или найма квалифицированных специалистов.

Биологический фактор, способствующий повреждениям картофеля, также можно свести к минимуму путем использования наиболее пригодных сортов для механизированной уборки, а также четкого соблюдения технологического процесса.

В большинстве случаев нарушение технологии уборки объясняется разницей температур окружающей среды. Клубни картофеля меньше травмируются при температуре от 14 до 18 °С. В случае отклонения от этих оптимальных значений доля поврежденных клубней растет в геометрической прогрессии.

К техническому фактору относят почвенно-климатические условия, а также новизну и совершенство картофелеуборочной техники. На этом

этапе главное – это повышение адаптации рабочих органов картофелеуборочных машин к выполнению технологического процесса уборки, что в перспективе сведет к минимуму потери клубней картофеля.

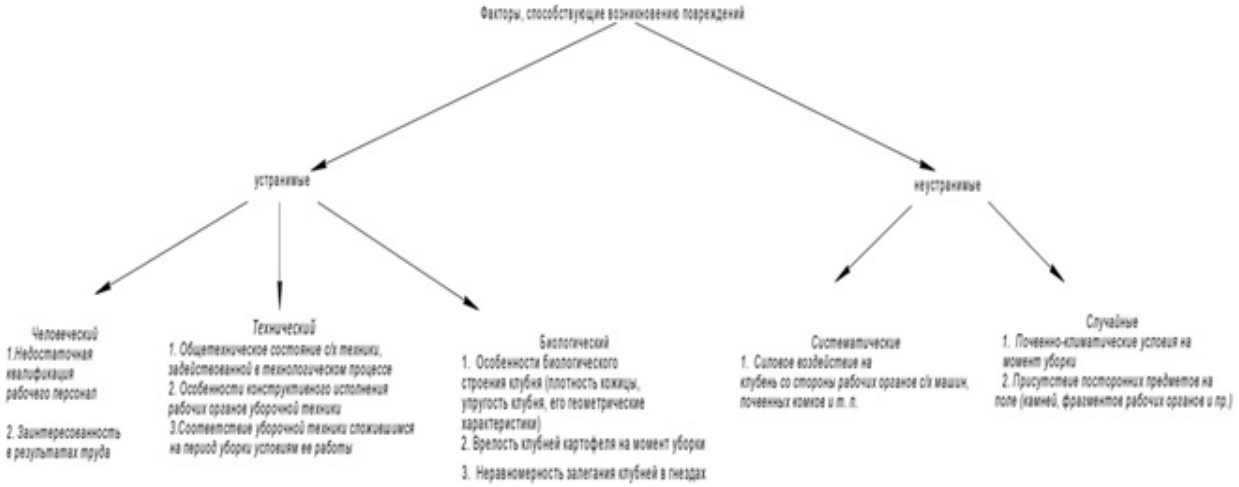


Рис.3 – Классификация факторов, влияющих на повреждения клубней картофеля во время уборки

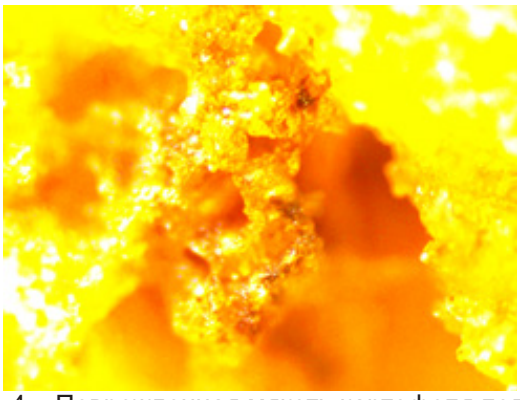


Рис. 4 – Поврежденная мякоть картофеля под микроскопом

Следует отметить, что скрытое потемнение мякоти клубня больше других видов повреждений влияет на сохранность сельскохозяйственной продукции [10, 12], так как при осмотре и сортировке этих видов повреждений не видно; в дальнейшем это приводит к нарушению технологических режимов хранения и, как следствие, к дополнительным потерям.

Клубень картофеля имеет важную способность в процессе хранения в местах повреждений возобновлять покровную ткань. Эта способность более всего проявляется в первый период хранения сельскохозяйственной продукции (при соблюдении технологии хранения), к концу процесса хранения она утрачивается совсем. Поврежденные клубни выделяют большое количество теплоты в насыпь картофеля, что приводит к очагам самосогревания насыпи картофеля. Поэтому механические повреждения клубней (обдир кожуры, трещины, вырывы, порезы и потемнение мякоти) значительно влияют на сохранность.

Результаты

В ООО «Солнечные луга» в 2020 году была произведена уборка картофеля (рис. 5) сорта «Гала». Сельскохозяйственная организация на сегодняшний день является одной из ведущих организаций региона.

Рис. 5 – Уборка картофеля в хозяйстве ООО «Солнечные луга»

Исследования, проводимые в хозяйстве, позволили определить механические повреждения, получаемые при уборке и закладке на хранение картофеля в контейнеры (рис.6). В рамках проведения исследований были также определены размерно-массовые характеристики сорта картофеля «Гала» (табл.).

Рис.6 – Результаты исследований по определению механический повреждений

Таблица – Размерно-массовые характеристики сорта картофеля «Гала»

№	Масса, грамм	Размеры, мм		
		Длина	Ширина	Толщина
1	248	94,5	71,4	58,3
2	275	99,7	70,3	59,2
3	230	94,1	67,4	58,7
4	187	84,7	66,2	57,0
5	177	84,1	67,1	57,8
6	138	72,9	57,4	47,1
7	191	88,1	69,6	54,5
8	215	85,9	70,7	57,8
9	218	77,9	67,9	60,4
10	198	83,4	66,8	67,2

По итогам проведенных исследований по механическим [14, 15, 16] повреждениям и размерно- массовым характеристикам [17] в течение уборочной компании 2020 и 2019 годов определено, что при загрузке контейнера для хранения картофеля, а также с целью снижения повреждений необходимо применять различные типы гасителей ударной нагрузки [18]. Одним из наиболее простых гасителей являются ремни из прорезиненной ткани, расположенные с прогибом между противоположными краями контейнера. Такое расположение ремней будет определять проход клубней картофеля при их загрузке [18]. Подобный контейнер в настоящее время проходит хозяйственные испытания в организации ООО «Подсосенки». Согласно второму этапу испытаний окончание всех исследований планируется в апреле 2021 года.

После загрузки картофеля [18] в контейнеры происходит закладка на хранение в картофелехранилище. Хранение картофеля в контейнерах при условии маленького процента механических повреждений обеспечивает хорошую лежкость клубней. Основным достоинством тарного хранения является быстрая загрузка и выгрузка клубней и разделение картофеля по сортам, что способствует созданию определенных [1] микроклиматических параметров для хранения.

Выводы

Установлено, что для снижения повреждений клубней картофеля при транспортировке и хранении целесообразно применять контейнеры. Загрузку контейнера для хранения картофеля с целью снижения повреждений необходимо проводить с использованием гасителей ударной нагрузки. Одним из наиболее простых гасителей являются ремни из прорезиненной ткани, расположенные с прогибом между противоположными краями контейнера. Расположение ремней, их ширина определяется размерно-массовыми характеристиками сорта картофеля [18].

Список литературы

1. Колошеин Д.В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО "Подсосенки" Шацкого района Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. Т. 29. № 1. С. 71-74. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27238959_69170663.pdf

2. Polischuk, S.D. Biologically active nanomaterials in production and storage of arable crops / S.D. Polischuk, D.G. Churilov, S.N. Borychev, N.V. Byshov, D.V. Koloshein, O.V. Cherkasov // Int. J. Nanotechnol., Vol. 16, Nos. 1/2/3, 2019, 133-146 URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41687499

3. Совершенствование систем вентиляции хранилищ на основе реновации воздуховода / С. Н. Борычев, И. А. Успенский, М. Ю. Костенко [и др.] // Аграрный научный журнал. - 2018. - № 7. – С. 36-39. DOI: https://doi.org/10.28983/asj.v0i7.361 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35268774

4. Byshov, N.V., Borychev, S.N., Kashirin, D.E., Kokorev, G.D., Kostenko, M.Y., Rembalovich, G.K., Simdyankin, A.A., Uspensky, I.A., Ryadnov, A.I., Kosul'nikov, R.A., Shemyakin, A.V., Yukhin, I.A., Danilov, I.K.Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation./(2018) ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 13 (10), pp. 3502-3508. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35524843

5. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al. - 2019. - IOP Conf. Ser.: Earth Environ. - Sci. 341 012145. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43223426

6. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №10(074). С. 596 - 606. - Шифр Информрегистра: 0421100012\\0428, IDA [article ID]: 0741110053. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf, 0, 688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0, 346

7. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/Рембалович Г.К., Бышов Н.В., Борычев С.Н. и др. -Сборник научных докладов ВИМ. 2011. Т. 2. С. 455-461. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21193385

8. Validating the parameters of the rotary device for potato haulm removal / N. V. Byshov, S. N. Borychev, Yu. N. Abramov, M. B. Uglanov, M. Yu. Kostenko, G. K. Rembalovich // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2019. V. 12. № S5. P. 312-322. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41357405

9. Лучкова И.В. Развитие картофелеуборочной техники и ее современные перспективы / И.В. Лучкова, С.Н. Борычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 2 (58). - С. 419-428. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43119606

10. Бышов Н.В. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др]//Техника и оборудование для села. - 2013. - №8. -С. 22-24. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20173143

11. Бойко, А.И. Уборка картофеля по интерактивной технологии / А.И. Бойко, И.А. Успенский, С.Н.Борычев // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 66-й международной науч.-практ. конф. - Рязань: РГАТУ, 2015. С.38-40. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28303283

12. К вопросу соблюдения агротехнических требований при механизированной уборке картофеля/ А.И. Бойко, Г.К. Рембалович, С.Н. Борычев, И.А. Успенский // Сб.: Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве. - Министерство сельского хозяйства РФ; Рязанская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П. А. Костычева. - Рязань: РГСХА, 2003. - С.67-68. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21328027

13. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович и др. // Вестник РГАТУ. - 2014. - № 4 (24). - С. 59-64. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22856914

14. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля) / С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. // Рязань, 2015. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25499083

15. Костенко М.Ю. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин: дис.. д-ра техн. наук./ М.Ю.Костенко. - Рязань, 2011. - 345 с.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19258046

16. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: Монография / Н.В. Бышов и др. - Рязань: РГАТУ, 2015. - 304 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25788452

17. Способ снижения энергоемкости процесса уборки и послеуборочной обработки картофеля/Успенский И.А. и др.//В сб. «Materiály VI Miedzynarodowej Naukowi-Praktycznej Konferencji “Nauka I Inowacja -2010”. Volume 11». -Przemysl: «Nauka I Studia», 2010. -S. 45-48.

18. Маслова, Л.А. Теоретические предпосылки к обоснованию загрузки контейнера для хранения картофеля / Л.А. Маслова, Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2020 - №160(06). С. 39-49. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43128321

ON THE ISSUE OF DAMAGE TO POTATOES DURING HARVESTING AND STORAGE

Koloshein Dmitry V., *Cand. those. Sciences, Associate Professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, dkoloshein@mail.ru*

Tsyganov Nikolay V., *Applicant for the Department of Construction of Engineering Structures and*

Mechanics, omega.slider@mail.ru

Maslova Liliya A., *Senior Lecturer of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, maslovala @ bk.ru*

Kulkov Sergey N., *Applicant for the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics,, sisim62@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Problem and goal. *The purpose of the study is to reduce mechanical damage during loading, transportation of tubers and laying potatoes for storage.*

Methodology. *Damage to the tubers affects the shelf life of potatoes during storage. Thus, in order to achieve the goal of the study, the maximum permissible values of the impact energy and the fall height of the tubers were determined in accordance with the standards. For this purpose, a group of authors proposed a classification of factors that affect the appearance of damage to potato tubers. The analysis of the factors allowed us to identify the classification of the necessary factors that affect the appearance of mechanical damage. Further analysis showed that the factors or causes that affect the appearance of damage in potato tubers are divided into several main types. The biological factor of damage to potato tubers, as practice shows, can be minimized by zoning potato varieties (using the most suitable potato varieties for machine harvesting) and compliance with harvesting technology. The technical factor, as practice shows, primarily depends on the design features of potato harvesting equipment.*

Results. *The conducted research allowed us to clarify the causes of mechanical damage to tubers obtained when storing potatoes in containers. The size and mass characteristics of the potato variety "Gala" were also determined»*

Conclusion. *Based on the results of the conducted studies, it was determined that various types of shock absorbers should be used to load containers and store potatoes, as well as to reduce damage to tubers. The simplest extinguisher will be belts made of rubberized fabric, with fastening at the edges of the container.*

Key words: *potatoes, storage, losses, preservation, microclimate, mechanical damage.*

Literatura

1. Koloshein D.V. Laboratornye issledovaniya processa hraneniya kartofelya v hozyajstve OOO "Podsosenki" SHackogo rajona Ryazanskoj oblasti // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2016. T. 29. № 1. S. 71-74. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27238959_69170663.pdf

2. Polischuk, S.D. Biologically active nanomaterials in production and storage of arable crops / S.D. Polischuk, D.G. Churilov, S.N. Borychev, N.V. Byshov, D.V. Koloshein, O.V. Cherkasov // Int. J. Nanotechnol., Vol. 16, Nos. 1/2/3, 2019, 133-146 URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41687499

3. Sovershenstvovanie sistem ventilyacii hranilishch na osnove renovacii vozduhovoda / S. N. Borychev, I. A. Uspenskij, M. YU. Kostenko [i dr.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2018. - № 7. – S. 36-39. DOI: https://doi.org/10.28983/asj.v0i7.361 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35268774

4. Byshov, N.V., Borychev, S.N., Kashirin, D.E., Kokorev, G.D., Kostenko, M.Y., Rembalovich, G.K., Simdyankin, A.A., Uspensky, I.A., Ryadnov, A.I., Kosul'nikov, R.A., Shemyakin, A.V., Yukhin, I.A., Danilov, I.K.Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation./(2018) ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 13 (10), pp. 3502-3508. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35524843

5. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al. - 2019. - IOP Conf. Ser.: Earth Environ. - Sci. 341 012145. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43223426

6. Vzaimosvyaz' harakteristik povrezhdaemosti klubnej s parametrami tekhnicheskogo sostoyaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki v processe proizvodstva kartofelya / G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev, I.A. YUhin i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. - Krasnodar: KubGAU, 2011. - №10(074). S. 596 - 606. - SHifr Informregistra: 0421100012\\0428, IDA [article ID]: 0741110053. - Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf, 0, 688 u.p.l., impakt-faktor RINC=0, 346

7. Innovacionnye resheniya uborochno-transportnyh tekhnologicheskih processov i tekhnicheskih sredstv v kartofelevodstve/Rembalovich G.K., Byshov N.V., Borychev S.N. i dr. -Sbornik nauchnyh dokladov VIM. 2011. T. 2. S. 455-461. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21193385

8. Validating the parameters of the rotary device for potato haulm removal / N. V. Byshov, S. N. Borychev, Yu. N. Abramov, M. B. Uglanov, M. Yu. Kostenko, G. K. Rembalovich // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2019. V. 12. № S5. P. 312-322. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41357405

9. Luchkova I.V. Razvitie kartofeleuborochnoj tekhniki i ee sovremennye perspektivy / I.V. Luchkova, S.N. Borychev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2020. - № 2 (58). - S. 419-428. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43119606

10. Byshov N.V. Perspektivnye napravleniya i tekhnicheskie sredstva dlya snizheniya povrezhdenij klubnej pri mashinnoj uborke kartofelya [Tekst] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij [i dr]//Tekhnika i

oborudovanie dlya sela. - 2013. - №8. -C. 22-24. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20173143

11. Bojko, A.I. Uborka kartofelya po interaktivnoj tekhnologii / A.I. Bojko, I.A. Uspenskij, S.N.Borychev // Sb.: Innovacionnye podhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona: Materialy 66-j mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. - Ryazan': RGATU, 2015. S.38-40. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28303283

12. K voprosu soblyudeniya agrotekhnicheskih trebovanij pri mekhanizirovannoj uborke kartofelya/ A.I. Bojko, G.K. Rembalovich, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij // Sb.: Sovershenstvovanie sredstv mekhanizacii i mobil'noj energetiki v sel'skom hozyajstve. - Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF; Ryazanskaya Gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni professora P. A. Kostycheva. - Ryazan': RGSKHA, 2003. - S.67-68. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21328027

13. Matematicheskaya model' tekhnologicheskogo processa kartofeleuborochnogo kombajna pri rabote v usloviyah tyazhelyh suglinistyh pochv / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.K. Rembalovich i dr. // Vestnik RGATU. - 2014. - № 4 (24). - S. 59-64. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22856914

14. Povyshenie effektivnosti ekspluatacii mobil'noj sel'skohozyajstvennoj tekhniki pri vypolnenii energoemkih processov (na primere kartofelya) / S.N. Borychev, D.N. Byshov, N.V. Byshov i dr. // Ryazan', 2015. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25499083

15. Kostenko M.YU. Tekhnologiya uborki kartofelya v slozhnyh polevyh usloviyah s primeneniem innovacionnyh reshenij v konstrukcii i obsluzhivanii uborochnyh mashin: dis.. d-ra tekhn. nauk./ M.YU. Kostenko. - Ryazan', 2011. - 345 s.URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19258046

16. Tekhnologiya uborki kartofelya v slozhnyh polevyh usloviyah s primeneniem perspektivnyh reshenij v konstrukcii i obsluzhivanii kombajnov: Monografiya / N.V. Byshov i dr. - Ryazan': RGATU, 2015. - 304 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25788452

17. Sposob snizheniya energoemkosti processa uborki i posleuborochnoj obrabotki kartofelya/Uspenskij I.A. i dr.//V sb. «Materiály VI Miedzynarodowej Naukowi-Praktycznej Konferencji "Nauka I Inowacja -2010". Volume 11». -Przemysl: «Nauka I Studia», 2010. -S. 45-48.

18. Maslova, L.A. Teoreticheskie predposylki k obosnovaniyu zagruzki kontejnera dlya hraneniya kartofelya / L.A. Maslova, D.V. Koloshein, S.N. Borychev // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. - Krasnodar: KubGAU, 2020 - №160(06). S. 39-49. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43128321

УДК 638.171.2 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.021***

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС АГРЕГАТОВ ДЛЯ ВЫТОПКИ ВОСКА

МАКСИМОВ Николай Михайлович, *канд. тех. наук, доцент кафедры автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных наук, max@vgsa.ru*

Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

Проблема и цель. *Целью проводимых исследований является теоретическое обоснование и практическая реализация технологии производства воска на пасеках. Объект исследования: агрегаты для вытопки воска, включающие парогенератор для выработки перегретого пара и паровую рамочную воскотопку. Необходимость проводимых исследований вызвана дефицитом воска на внутреннем рынке Российской Федерации, а также малой производительностью и эффективностью выпускаемых промышленностью агрегатов для вытопки воска. Сложившаяся ситуация требует разработки усовершенствованной технологии получения пасечного воска с минимальными затратами.*

Методология. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные вопросы был сделан анализ литературы и проведены теоретические исследования. В статье представлена конструктивно-технологическая схема установок для вытопки воска. Была составлена схема теплового баланса с наглядным распределением потерь тепла при работе исследуемых агрегатов. Теоретический анализ потерь тепла при вытопке воска производился с использованием известных законов и формул теории теплообмена, а также с учётом накопленного опыта учёными Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева, занимавшимися исследованиями работы агрегатов для вытопки воска.*

Результаты. *Была получена методика расчёта теплового баланса агрегатов для вытопки воска с использованием основных законов теплообмена и даны формулы для определения количества теплоты, требуемой для вытопки воска. Приведены формулы для расчёта термического КПД установок и тепловой мощности парогенератора. Намечены пути дальнейшей модернизации агрегатов для вытопки воска.*

Заключение. *Проведённые теоретические исследования показали, что тепловая мощность паро-*

© Максимов Н. М. 2021 г.

генератора зависит от ряда факторов: затрат тепла на разогрев воскосырья, рамок, воды; от размеров и свойств материалов парогенератора и воскотопки. Дальнейшим этапом повышения эффективности работы агрегатов может стать подбор и установка теплоизоляционных материалов, что позволит сократить потери тепла в окружающую среду и, тем самым, повысить термический КПД агрегатов для вытопки воска.

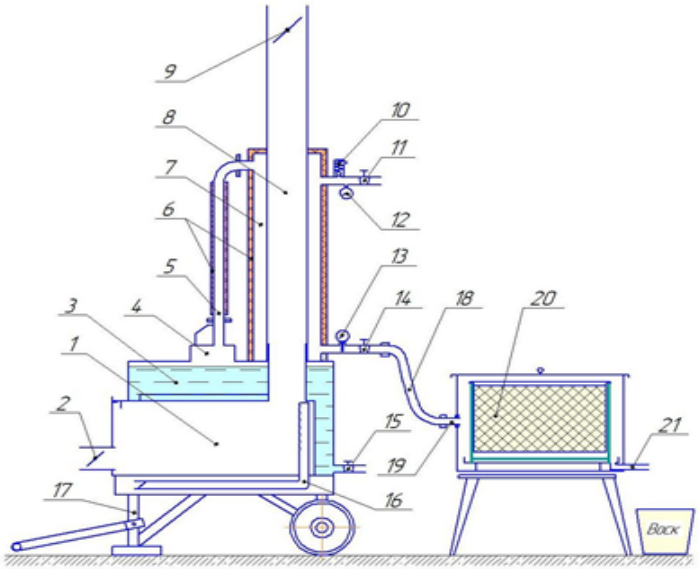
Ключевые слова: *пчелиный воск, парогенератор, тепловой баланс, перетопка воска, соты пчелиные.*

Введение

В настоящее время пчеловодство является неотъемлемой частью сельского хозяйства в Российской Федерации [1, 2]. Одной из главных операций в технологии производства продукции пчеловодства, без которой невозможно дальнейшее увеличение количества пчелосемей и развитие отрасли, является производство воска из пчелиных сот [3 - 10]. Значительная доля производимого воска идёт на изготовление вощины – основы всех сотов в ульевых рамках. Для получения воска используются различные конструкции воскотопок и источников тепла для нагрева воска внутри воскотопки [7, 10]. Перспективным направлением является использование рамочных паровых воскотопок, так как они не требуют отделения сот от ульевых рамок, в них не происходит повреждение рамок в процессе вытопки воска, а сами рамки при этом проходят дезинфекцию нагретым паром [8]. В силу того, что процесс вытопки воска является одним из трудоёмких в пчеловодстве, стоит задача разработать эффективную технологию переработки воскосырья на пасеках, без потери качества воска и его количества. Согласно поставленным задачам, нами предлагается использование твердотопливного парогенератора для выработки перегретого пара, оснащённого пароперегревателем в качестве источника пара для рамочной воскотопки. Для обоснования конструктивных и технологических параметров парогенератора и воскотопки была поставлена задача провести теоретические исследования, составить тепловой баланс установок [11-13] и дать его анализ.

Объект и методика исследований

Объектом исследований были выбраны агрегаты для перетопки пчелиного воска. Установка для вытопки воска состоит из твердотопливного парогенератора, служащего для выработки перегретого пара и рамочной воскотопки (рис. 1). Парогенератор имеет топочную камеру 1, совмещённую с водогрейным баком 2, в котором происходит нагрев воды и образование пара за счёт выделения тепловой энергии горения древесного топлива. Для отвода дымовых газов используется труба 8, на которой установлен пароперегреватель 7, представляющий собой противоточный теплообменник «труба в трубе». Задачей пароперегревателя является использование теплоты дымовых газов для перегрева пара до значений температур t = 180-200 ºС. За счёт избыточного давления полученный перегретый пар через вентиль 14 подаётся в рамочную воскотопку 20 посредством гибкого паропровода 18. Вытопленный в рамочной воскотопке воск сливается в отдельную ёмкость через сливную горловину 21. Для контроля параметров получаемого пара в парогенераторе предусмотрены приборы: манометр 12 и термометр 13. Для сброса избыточного давления пара и предотвращения аварийной ситуации предусмотрен клапан сброса давления 10. Регулирование интенсивности горения топлива в топочной камере 1 производится заслонками 2 и 9 (рис. 1).



1 – топочная камера; 2 – заслонка воздушная; 3 – водогрейный бак; 4 – сепаратор пара; 5 – трубка; 6 – тепловая изоляция; 7 – пароперегреватель; 8 – труба дымовая; 9 – заслонка дымовая; 10 – клапан сброса давления; 11 – кран отбора влажного пара; 12 – манометр; 13 – термометр; 14 – кран отбора сухого пара; 15 – кран промывки системы; 16 – инжектор; 17 – тележка; 18 – паропровод; 19 – фитинг подвода пара; 20 – рамочная воскотопка; 21 – сливная горловина

Рис. 1 – Схема агрегатов для вытопки воска

Парогенератор прошёл испытания на частной пасеке в Псковской области, в ходе которых была отмечена эффективность его работы и определены основные технические параметры [14].

Теоретическое обоснование работы агрегатов для вытопки воска

Составим уравнение теплового баланса, предварительно рассмотрев отдельные составляющие тепловых потерь, расходуемых на нагрев агрегатов для вытопки воска, на выделение тепла в окружающую среду, на нагрев воды и превращение её в пар, нагрев сотовых рамок и другие потери [12, 13]. При теоретическом обосновании параметров и режимов работы агрегатов для вытопки воска будем использовать известные уравнения теплообмена, а также опираться на методики, разработанные и применяемые учёными Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева для обоснования агрегатов вытопки воска [12-18]. При составлении уравнения теплового баланса зададимся некоторыми допущениями: 1) потери тепла через паропровод 18 (рис. 1) не учитываем; 2) скрытую теплоту конденсации пара в рамочной воскотопке не учитываем. В общем виде уравнение теплового баланса агрегатов для вытопки воска запишется в виде:

$$Q_{ПОТР} = Q_{ТОПЛ} = Q_{ПГ} + Q_{ВР}, Дж \quad (1)$$

где $Q_{ПОТР}$ – количество потребляемого тепла на вытопку воска, Дж;

$Q_{ТОПЛ}$ – количество тепла, выделяемого при сжигании топлива, Дж;

$Q_{ВР}$ – количество тепла, потребляемого парогенератором, Дж;

$Q_{ВР}$ – количество тепла, потребляемое воскотопкой, Дж.

Запишем уравнение теплового баланса в развёрнутом виде:

$$Q_{ТОПЛ} = (Q_{ПОТ1} + Q_{УСТ1} + Q_{ВОДЫ}) + (Q_{ПОТ2} + Q_{УСТ2} + Q_{ВОСК} + Q_{пара}^{Ост}), Дж \quad (2)$$

где $Q_{ПОТ1}$ – потери тепла в парогенераторе, включающие потери на нагрев корпуса парогенератора и потери тепла с дымовыми газами, Дж;

$Q_{УСТ1}$ – количество теплоты, необходимое для нагрева корпуса парогенератора в момент его запуска и прогрева, Дж;

$Q_{ВОДЫ}$ – количество теплоты, необходимое для нагрева воды и превращения её в пар, Дж;

$Q_{ПОТ2}$ – потери тепла в рамочной воскотопке, Дж;

$Q_{УСТ2}$ – количество тепла, расходуемое на нагрев рамочной воскотопки, Дж;

$Q_{ВОДЫ}$ – количество тепла, затрачиваемое на нагрев рамок и восковых сот, Дж;

$Q_{пара}^{Ост}$ – остаточная теплота несконденсированного пара, уходящая в атмосферу, Дж.

При дальнейших расчётах учитываем, что часть тепла дымовых газов затрачивается на перегрев пара в пароперегревателе 7 (рис. 1).Более наглядно затраты тепла на перетопку воска можно изобразить в виде схемы теплового баланса (рис. 2)

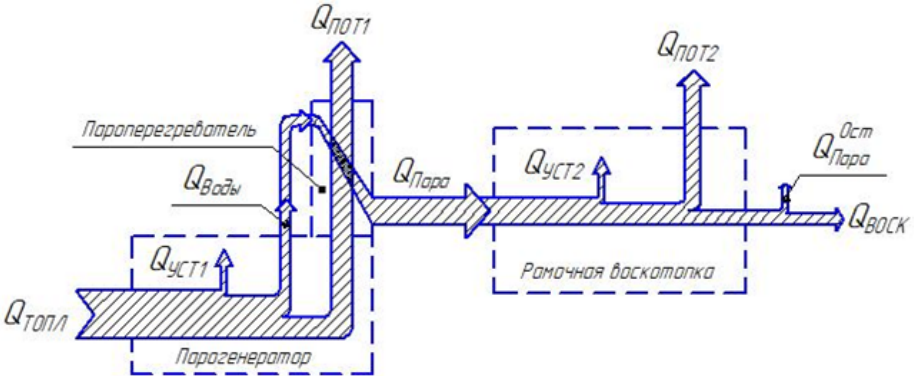


Рис. 2 – Схема теплового баланса агрегатов для вытопки воска

Общее количество тепла, образуемое при сгорании топлива, можно определить по формуле:

$$Q_{ТОПЛ} = q \cdot m_T \cdot K_H \cdot K_w, Дж \quad (3)$$

где q – удельная теплота сгорания (для древесного топлива q=15МДж/кг)

m_T – масса топлива, загружаемого в топочную камеру, кг;

K_H – коэффициент, учитывающий неполноту сгорания топлива;

K_w – коэффициент, учитывающий влажность топлива.

Потери тепла в парогенераторе ($Q_{ПОТ1}$) будут складываться из потерь тепла в окружающую среду через нагретые стенки корпуса парогенератора ($Q_{СТ}$), а также из потерь тепла с уходящими дымовыми газами ($Q_Г$). Потери теплоты в парогенераторе запишутся в виде:

$$Q_{ПОТ1} = Q_{СТ} + Q_Г, Дж \quad (4)$$

где $Q_{СТ}$ – потери тепла через стенки корпуса парогенератора, Дж;

$Q_Г$ – потери тепла с уходящими дымовыми газами, Дж.

В развёрнутом виде потери тепла запишутся в виде:

$$Q_{ПОТ1} = k \cdot \alpha \cdot S_{пов} \cdot (T_{ПГ} - T_{О.С.}) \cdot n \cdot \tau_1 + m_Г \cdot C_Г \cdot (T_Г - T_{О.С.}), Дж \quad (5)$$

где k – коэффициент компактности агрегата;

α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К);

$S_{пов}$ – площадь наружной поверхности агрегата, м²;

$T_{ПГ}$ – температура парогенератора, К;

$T_{О.С.}$ - температура окружающего воздуха, К;

n – поправочный коэффициент на разность температур;

τ_1 – время прогрева агрегата до рабочего режима, с (для исследуемого парогенератора среднее время разогрева τ_1 = 20 минут при $T_{О.С.}$ = 22-25 ºС и τ_1 = 35 минут при $T_{О.С.}$ = -5 ºС);

$m_Г$ – масса дымовых газов, кг;

$C_Г$ – массовая теплоёмкость, дымовых газов, Дж/(кг·К);

$T_Г$ – температура дымовых газов, К.

Коэффициент компактности агрегата (k) рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{S_{пов}}{V}, \text{ 1/м} \quad (6)$$

где V – внутренний объём агрегата, м³.

Теплоотдача агрегата в процессе его работы будет происходить лучеиспусканием и конвекцией. Результирующий коэффициент теплоотдачи от поверхности агрегата к окружающему воздуху будет образован двумя слагаемыми и может быть записан в виде формулы [12]:

$$\alpha_1 = \alpha^Л + \alpha^К, \text{ Вт/м}^2\text{·К} \quad (7)$$

где $\alpha^Л$ – коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием, Вт/м²·К;

$\alpha^К$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/м²·К.

Искомый коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием может быть получен по формуле [12]:

$$\alpha^Л = \left[C_S/(T_{агрегата} - T_{о.с.})\right]\cdot\left[\left(T_{агрегата}/100\right)^4 - \left(T_{о.с.}/100\right)^4\right], \quad (8)$$

где C_S – коэффициент лучеиспускания поверхности, Вт/(м²·К). Для нержавеющей стали коэффициент C_S принимается равным 1,31 Вт/(м²·К⁴);

$T_{агрегата}$ – температура наружной поверхности рассматриваемого агрегата, К;

$T_{о.с.}$ – температура окружающей среды, К.

Используя положения теории подобия, коэффициент теплоотдачи конвекцией может быть определён из критериального уравнения для свободной конвекции в ограниченном пространстве [12]:

$$Nu = f\left(\mathrm{Re}, \mathrm{Pr}, Gr, \Gamma, \ldots\right) \quad (9)$$

где Nu – критерий Нуссельта, характеризует интенсивность теплообмена на границе раздела фаз;

Re – критерий Рейнольдса, характеризует режим движения теплоносителя. Для свободной конвекции критерий Рейнольдса не учитываем;

Pr – критерий Прандтля, характеризует физико-химические свойства теплоносителя;

Gr – критерий Грасгофа, описывает режим свободного движения теплоносителя;

Γ – безразмерный геометрический комплекс, характеризующий геометрическое подобие системы.

Для свободной конвекции не учитываем.

При известном значении критерия Нуссельта коэффициент α^k может быть определён по формуле:

$$\alpha^k = \frac{Nu\cdot\lambda}{l}, \quad (10)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

l – определяющий характерный линейный размер поверхности теплообмена, м. Определяющим линейным размером является высота вертикальной поверхности теплообмена.

Критерий Нуссельта при свободной конвекции потоков жидкости или газа может быть определён по формуле:

$$Nu = C\cdot\left(Gr\cdot\mathrm{Pr}\right)^n\cdot\left(\frac{\mathrm{Pr}_{воздуха}}{\mathrm{Pr}_{агрегата}}\right)^{0,25}. \quad (11)$$

где C – эмпирический коэффициент. Для ламинарного режима движения теплоносителя C = 1,18;

n – показатель степени. Для ламинарного режима движения теплоносителя n=0,125.

Критерий Грасгофа может быть определён по формуле [12]:

$$Gr = \beta\frac{gl^3\Delta T}{\nu^2}, \quad (12)$$

где β – коэффициент температурного расширения, 1/К;

g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с²;

ΔT – перепад температур между теплоотдающей поверхностью ограждения и воздухом, ºС;

ν – коэффициент вязкости, м²/с.

Критерий Прандтля может быть определён по формуле [12]:

$$\mathrm{Pr} = \frac{\nu}{a}; \quad (13)$$

где a – коэффициент температуропроводности, м²/с.

Коэффициент объёмного расширения может быть определён по формуле:

$$\beta = \frac{1}{273 - t_m}, \quad (14)$$

где t_m – средняя температура пограничного слоя воздуха, определяется по формуле:

$$t_m = \frac{t_{агрегата} + t_{о.с.}}{2}, \text{ ºС} \quad (15)$$

Учитываем, что часть тепла дымовых газов, отнесённого к потерям, расходуется на перегрев пара в пароперегревателе. С учётом КПД пароперегревателя запишем упрощённо количество тепла, идущего на перегрев пара:

$$Q_{Пара} = Q_Г\cdot\eta_Т, \text{ Дж} \quad (16)$$

где η_T – коэффициент полезного действия теплообменника, зависящий от его вида, конструкции, свойств и направлений движения теплоносителей.

Фактическое значение общих потерь тепла в парогенераторе:

$$Q^{Ф}_{ПОТ1} = (Q_{ст} + Q_Г) - Q_{Пара}, Дж \quad (17)$$

где $Q^{Ф}_{ПОТ1}$ – фактические потери тепла парогенератора с учётом работы пароперегревателя, Дж.

Для рамочной воскотопки потери теплоты в окружающую среду можно записать в виде:

$$Q_{ПОТ2} = k \cdot \alpha \cdot S_{пов} \cdot (T_{РВ} - T_{О.С.}) \cdot \tau_2, Дж \quad (18)$$

где $T_{РВ}$ – температура корпуса рамочной воско топки, ºС.

τ_2 – время разогрева рамочной воскотопки до рабочего режима, с. Для рамочной воскотопки время разогрева составляет 2 минуты при температуре $T_{О.С.}$ = 22-25 ºС.

Количество теплоты, расходуемой для нагрева парогенератора в момент запуска:

$$Q_{УСТ1} = m_{УСТ1} \cdot C_М \cdot (T_2 - T_1), Дж \quad (19)$$

где $m_{УСТ1}$ – масса парогенератора, кг;

$C_М$ – массовая теплоёмкость стали, из которого сделан агрегат, Дж/(кг·К). Для нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т теплоёмкость $C_М$ = 462 Дж/(кг·К);

T_2, T_1 – конечная и начальная температура парогенератора, ºС.

Количество теплоты, расходуемой для нагрева рамочной воскотопки:

$$Q_{УСТ2} = m_{УСТ2} \cdot C_М \cdot (T_2 - T_1), Дж \quad (20)$$

где $Q_{УСТ2}$ – масса рамочной воскотопки, кг;

Количество теплоты, идущей для нагрева воды, может быть определено по формуле:

$$Q_{ВОДЫ} = m_{воды} \cdot C_{воды} (T'_{кон} - T'_{нач}) + m_{воды} \cdot \lambda + \Delta m \cdot \lambda, Дж \quad (21)$$

где $m_{воды}$ – масса нагреваемой воды, кг;

$C_{воды}$ – массовая теплоёмкость воды, Дж/(кг·К);

$T'_{кон} - T'_{нач}$ – соответственно, конечная и начальная температура воды, ºС;

λ – удельная теплота парообразования, Дж/кг;

Δm – масса испарившейся жидкости в процессе вытопки, кг (для парогенератора по результатам испытаний средний расход воды на образование пара составляет 8 литров в час).

Расход пара для вытопки воска из ульевых рамок может быть определён по формуле:

$$D_П = \frac{Q_{ПГ} + Q_{ВР}}{i_п - i_к}, кг \quad (22)$$

где $i_п$ – энтальпия пара (определяется по давлению и температуре пара). Для нашего случая при t=160 ºС и P=0,2 МПа энтальпия пара составит $i_п$ = 2782 кДж/кг;

$i_к$ – энтальпия конденсата, кДж/кг.

Энтальпия конденсата пара может быть определена по формуле:

$$i_к = C_К \cdot T_К, кДж/кг \quad (23)$$

где $C_К = 4{,}19 кДж/(кг \cdot К)$ – массовая теплоёмкость сконденсированной воды;

$T_К$ – температура конденсата, К.

Удельный расход пара ($d_П$), отнесённый к 1 кг воскового сырья, равен отношению общего расхода пара ($D_п$) к массе воскового сырья, загружаемого в паровую камеру рамочной воскотопки [12].

$$d_П = \frac{D_П}{M_З}, кг/кг \quad (24)$$

где $M_З$ – масса ульевых рамок вместе с сотами, кг.

Количество теплоты, затрачиваемое на нагрев воскосырья вместе с рамками, может быть определено по формуле:

$$Q_{ВОСКА} = m_{ВОСК} \cdot N \cdot C_{ВОСК} \cdot (T_{кон} - T_{нач}) + m_{КОРП} \cdot N \cdot C_{ДЕРЕВО} \cdot (T_{кон} - T_{нач}), Дж \quad (25)$$

где $m_{ВОСК}$ – масса разогреваемого воскосырья в одной рамке, кг;

$C_{ВОСК}$ – массовая теплоёмкость воскового сырья, Дж/(кг·К);

$C_{ДЕРЕВО}$ – массовая теплоёмкость породы дерева, из которого сделаны ульевые рамки, Дж/(кг·К).

Для ели теплоёмкость будет: $C_{ДЕРЕВО} = 2700 Дж/(кг \cdot К)$;

N – количество рамок в одной загрузке, шт;

$m_{КОРП}$ – масса корпуса рамки с натянутой проволокой, кг;

$T_{кон} - T_{нач}$ – соответственно конечная и начальная температура воскового сырья и рамок, К.

Общая масса полученного воскового сырья отдельно от рамок может быть определена по формуле:

$$m_{ВОСКА} = n_Р \cdot (m_{РАМКИ} - m_{КОРП}), кг \quad (26)$$

где $m_{РАМКИ}$ – полная масса ульевой рамки с воском, кг;

$n_Р$ – количество рамок в воскотопке, шт.

Несконденсированный пар будет удаляться из воскотопки в атмосферу, унося с собой часть тепла. Остаточная теплота пара может быть записана в виде:

$$Q^{Ост}_{Пара} = Q_{Пара} - (Q_{УСТ2} + Q_{ПОТ2} + Q_{ВОСКА}), Дж \quad (27)$$

Зная величину теплоты, выделившейся при сжигании топлива ($Q_{ТОПЛ}$) и время разогрева агрегата, можно рассчитать тепловую мощность парогенератора:

$$N_t = \frac{Q_{ТОПЛ}}{\tau_{разогр}}, Вт. \quad (28)$$

Зная величину тепловых потерь, можно определить термический КПД агрегатов для вытопки воска. Термический КПД парогенератора составит:

$$\eta^{ПГ}_t = 1 - \frac{Q_{ПОТ1}}{Q_{ТОПЛ}}. \quad (29)$$

Термический КПД воскотопки составит:

$$\eta_t^{PB} = 1 - \frac{Q_{ПОТ2}}{Q_{ПАРА}}. \quad (30)$$

Термический КПД установок может быть повышен за счёт снижения потерь тепла в окружающую среду.

Заключение

Был разработан и запатентован твердотопливный парогенератор, вырабатывающий перегретый пар для вытопки воска, работающий совместно с рамочной воскотопкой. В ходе исследований была составлена схема теплового баланса с наглядным распределением потерь тепла при работе агрегатов. Была составлена методика расчёта теплового баланса агрегатов для вытопки воска с использованием основных законов теплообмена и даны формулы для определения количества теплоты, требуемой для вытопки воска.

Анализ формул (21) и (25) показывает, что на затраты тепла при перетопке воска оказывают влияние начальная и конечная температуры воска и воды, а также общая масса нагреваемых материалов. Общая масса, размеры и теплофизические свойства стали, из которой изготовлены парогенератор и воскотопка, также влияют на затраты тепла при начальном разогреве агрегатов. С увеличением массы и размеров агрегатов затраты тепла, описываемые формулами (19) и (20), возрастают. Анализируя полученные формулы (29) и (30), можно сделать вывод, что термический КПД агрегатов можно увеличить за счёт снижения тепловых потерь и в окружающую среду. Эти тепловые потери могут быть уменьшены за счёт установки теплоизоляционных материалов на наружные стенки агрегатов для вытопки воска.

Список литературы

1. Некрашевич, В. Ф. Механизация пчеловодства / В. Ф. Некрашевич, Ю. Н. Кирьянов. – 2-е изд., перераб. и расшир. – Рязань, 2011. - 266 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19515936

2. Каширин, Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации: автореф. дис. д-ра.тех. наук: 05.20.01 / Каширин Дмитрий Евгеньевич. - Рязань, 2013. - 37с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22622248

3. Кузнецов, А.Ф. Пчеловодство: гигиена, экология, нормы и современные технологии / А.Ф. Кузнецов, В.Г. Тюрин, К.А. Рожков. - СПб.: ООО "Квадро", 2017. - 148 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30713760

4. Пясковский, В. М. Технологические решения и теоретические аспекты получения натурального пасечного воска. / В. М. Пясковский, Т. В. Вербельчук, С. П. Вербельчук, [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. 2020. Т. 55. № 2. С. 296-303. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43894896

5. Бышов, Д. Н. К вопросу механизации очистки воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности : сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. - Орел, 2017. - С. 45-48. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32420765

6. Сергеева, Е. Ю. / Технология вытопки пасечного воска эндогенным нагревом / Е. Ю. Сергеева, Е. Г. Максимов, А. А. Белов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – Чебоксары. - 2013. № 2 (78). С. 130-133. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19072777

7. Максимов, Н. М. Перспективная технология переработки воскового сырья на пасеках с использованием парогенератора / Н. М. Максимов, В. В. Морозов // Материалы Международной научно-практической конференции «Традиции и инновации в АПК» (17-18 апреля 2019 г). – Великие Луки, 2019. – С. 493-498. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41461921

8. Максимов, Н. М. Результаты многофакторного исследования выработки пара в парогенераторе при перетопке воска на пасеках / Н. М. Максимов, В. В. Морозов // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – №1. –С. 77-80. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39132205

9. Курдяков, Е. В. Восковое сырьё как продукт пчеловодства / Е. В. Курдяков // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. по мат. V Всероссийской науч-практ. конф. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020. – С. 72-75. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42437312

10. Сыркин, В. А. Расчет мощности индукционной воскотопки / В. А. Сыркин, Е. В. Кудряков, В. С. Понисько // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза. - 2018. – С. 167-170. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41042816

11. Рогов, А. А. Технология и агрегат для вытопки воска из пчелиных сотов: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.20.01 / Рогов Алексей Александрович // Рязан. гос. агротехнол. ун-т. - Рязань, 2009. – 22 с. – Текст: непосредственный. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15937804

12. Нагаев, Н. Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : диссертация на соис. уч. степ. кандидата техн. наук / Н.Б. Нагаев // РГАТУ. – Рязань, 2015.- 198 с. URL: http://www.rgatu.ru/archive/documents/dis_sovet/dis_20151021.pdf

13. Некрашевич, В. Ф. Тепловой баланс центробежного агрегата для вытопки воска из пчелиных сотов АВВЦ 2019 / В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев // Вестник Рязанского ГАТУ. – 2014. – №4 (24). – С. 124-128. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22856929

14. Пат. 188608 Российская Федерация, МПК7 A 01 K 59/06 (2006.01) F 24 C 1/00 (2006.01). Парогенератор для вытопки воска / Морозов В. В., Максимов Н. М.; заявитель и патентообладатель Великолук. гос. с.-х. академия. - № 2018106374/18; заявл. 20.02.2018; опубл. 17.04.2019, Бюл. №11. – 2 с.: ил. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38145085

15. Некрашевич, В. Ф. Комбинированный агрегат для переработки пчеловодной продукции/ В. Ф. Некрашевич, А. А. Курочкин, А. М. Афанасьев // Пчеловодство. - 2016. - № - 5. - С. 48-49. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29768152

16. Шевелев, А. В. / СВЧ-установка для вытопки пчелиного воска / Шевелев А.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2020. № 5 (108). С. 16-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42852445

17. Каширин, Д. Е. Исследование массы и геометрических параметров перги и перговых сотов / Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 5. - С. 152-154. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15104096

18. Ershova I., Electric regulator with solid filler and thermoelectric heat exchanger module to produce energy of water-ice phase transition. / Ershova I., Vasilyev A., Samarin G., Tikhomirov D., Kokunova I.,Ukhanova V.,Dvoretckii L. // Revista Inclusiones. – 2019. 44 vol. 6 num Octubre – Diciembre 2019. pp. 617-631. WOS: 000523189200016, ISSN 0719-4706. URL: http://www.revistainclusiones.org/gallery/44%20vol%206%20num%204%20pernambucomundo2019octubdiciemb19incl.pdf

HEAT BALANCE OF WAX HEATING UNITS

Maximov Nikolai M., *Cand. technical Sciences, associate Professor of the Department of automobiles, tractors and agricultural Sciences, max@vgsa.ru*

Problem and goal. *The purpose of the research is the theoretical justification and practical implementation of the technology of wax production in apiaries. Object of research: units for melting wax, including a steam generator for generating superheated steam and a steam frame wax burner. The need for research is caused by the shortage of wax in the domestic market of the Russian Federation, as well as the low productivity and efficiency of industrial units for melting wax. The current situation requires the development of an improved technology for obtaining beeswax with minimal costs.*

Methodology. *To achieve the goal of the study and answer the questions posed, an analysis of the literature was made and theoretical studies were conducted. The article presents a design and technological scheme of installations for wax melting. A diagram of the heat balance was drawn up with a visual distribution of heat losses during the operation of the studied units. The theoretical analysis of heat loss during wax melting was carried out using the well-known laws and formulas of the theory of heat transfer, as well as taking into account the accumulated experience of scientists from the Ryazan State Agrotechnological University named after I. P.A. Kostychev, who researched the operation of units for melting wax.*

Results. *A method was obtained for calculating the thermal balance of wax heating units using the basic laws of heat transfer and formulas were given for determining the amount of heat required for wax heating. Formulas for calculating the thermal efficiency of plants and the thermal power of the steam generator are given. The ways of further modernization of the units for melting wax are outlined.*

Conclusion. *The theoretical studies have shown that the heat capacity of the steam generator depends on a number of factors: the cost of heat to warm up vascolare the water, from the size and properties of materials generator and extractors. A further step in improving the efficiency of the units can be the selection and installation of thermal insulation materials, which will reduce heat loss to the environment and, thereby, increase the thermal efficiency of the units for melting wax.*

Key words: *beeswax, steam generator, heat balance, wax melting, beeswax combs*

Literatura

1. Nekrashevich, V. F. Mekhanizaciya pchelovodstva / V. F. Nekrashevich, YU. N. Kir'yanov. – 2-e izd., pererab. i rasshir. – Ryazan', 2011. - 266 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19515936

2. Kashirin, D. E. Energosberegayushchie tekhnologii izvlecheniya pergi iz sotov specializirovannymi sredstvami mekhanizacii: aftoreferat dis. d-ra.tekh. nauk: 05.20.01 / Kashirin Dmitrij Evgen'evich. - Ryazan', 2013. - 37s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22622248

3. Kuznecov, A. F. Pchelovodstvo: gigiena, ekologiya, normy i sovremennye tekhnologii / A. F. Kuznecov, V. G. Tyurin, K. A. Rozhkov. - SPb.: OOO "Kvadro", 2017. - 148 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30713760

4. Pyaskovskij, V. M. Tekhnologicheskie resheniya i teoreticheskie aspekty polucheniya natural'nogo pasechnogo voska. / Pyaskovskij V. M., Verbel'chuk T. V., Verbel'chuk S. P., [i dr.] // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. 2020. T. 55. № 2. S. 296-303. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43894896

5. Byshov, D. N. K voprosu mekhanizacii ochistki voskovogo syr'ya / D. N. Byshov, D. E. Kashirin,

V. V. Pavlov // Prodovol'stvennaya bezopasnost': ot zavisimosti k samostoyatel'nosti : sb. mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. - Orel, 2017. - S. 45-48. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32420765

6. Sergeeva, E. YU. / Tekhnologiya vytopki pasechnogo voska endogennym nagrevom / E. YU. Sergeeva, E. G. Maksimov, A. A. Belov // Vestnik CHuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.YA. Yakovleva. – CHeboksary. - 2013. № 2 (78). S. 130-133. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19072777

7. Maksimov, N. M. Perspektivnaya tekhnologiya pererabotki voskovogo syr'ya na pasekah s is-pol'zovaniem parogeneratora / N. M. Maksimov, V. V. Morozov // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Tradicii i innovacii v APK» (17-18 aprelya 2019 g). – Velikie Luki, 2019. – S. 493-498. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41461921

8. Maksimov, N. M. Rezul'taty mnogofaktornogo issledovaniya vyrabotki para v parogeneratore pri peretopke

voska na pasekah / N. M. Maksimov, V.V. Morozov // Vestnik Kurganskoj GSKHA. – 2019. – №1. –S. 77-80. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39132205

9. Kurdyakov, E. V. Voskovoe syr'yo kak produkt pchelovodstva / E. V. Kurdyakov // Elektrooborudovanie i elektrotekhnologii v sel'skom hozyajstve: Sb. nauch. tr. po mat. V Vserossijskoj nauch-prakt. konf. – Kinel': RIO Samarskogo GAU, 2020. – S. 72-75. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42437312

10. Syrkin, V. A. Raschet moshchnosti indukcionnoj voskotopki / V. A. Syrkin, E. V. Kudryakov, V. S. Ponis'ko // Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii: Sb. statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh. – Penza. - 2018. – S. 167-170. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41042816

11. Rogov, A. A. Tekhnologiya i agregat dlya vytopki voska iz pchelinyh sotov: avtoref. dis. kand. tekh. nauk: 05.20.01 / Rogov Aleksej Aleksandrovich // Ryazan. gos. agrotekhnol. un-t. - Ryazan', 2009. – 22 s. – Tekst: neposredstvennyj. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15937804

12. Nagaev, N. B. Sovershenstvovanie processa vytopki voska s obosnovaniem parametrov centrobezhnogo agregata : dissertaciya na sois. uch. step. kandidata tekhn. nauk / Nagaev N. B.; RGATU. – Ryazan', 2015. URL: http://www.rgatu.ru/archive/documents/dis_sovet/dis_20151021.pdf

13. Nekrashevich, V. F. Teplovoj balans centrobezhnogo agregata dlya vytopki voska iz pchelinyh sotov AVVC 2019 / V. F. Nekrashevich, N. B. Nagaev // Vestnik Ryazanskogo GATU. – 2014. – №4 (24). – S. 124-128. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22856929

14. Pat. 188608 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A 01 K 59/06 (2006.01) F 24 C 1/00 (2006.01). Parogenerator dlya vytopki voska / Morozov V. V., Maksimov N. M.; zayavitel' i patentoobladatel' Velikoluk. gos. s.-h. akademiya. - № 2018106374/18; zayavl. 20.02.2018; opubl. 17.04.2019, Byul. №11. – 2 s.: il. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38145085

15. Nekrashevich, V. F. Kombinirovannyj agregat dlya pererabotki pchelovodnoj produkcii/ V. F. Nekrashevich, A. A. Kurochkin, A. M. Afanas'ev // Pchelovodstvo. - 2016. - № - 5. - S. 48-49. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29768152

16. Shevelev, A. V. / SVCH-ustanovka dlya vytopki pchelinogo voska / Shevelev A. V., Novikova G. V., Mihajlova O. V., [i dr.] // Vestnik NGIEI. 2020. № 5 (108). S. 16-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42852445

17. Kashirin, D. E. Issledovanie massy i geometricheskih parametrov pergi i pergovyh sotov / D. E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 5. - S. 152-154. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15104096

18. Ershova I., Electric regulator with solid filler and thermoelectric heat exchanger module to produce energy of water-ice phase transition. / Ershova I., Vasilyev A., Samarin G., Tikhomirov D., Kokunova I.,Ukhanova V.,Dvoretckii L. // Revista Inclusiones. – 2019. 44 vol. 6 num Octubre – Diciembre 2019. pp. 617-631. WOS: 000523189200016, ISSN 0719-4706. URL: http://www.revistainclusiones.org/gallery/44%20vol%206%20num%204%20pernambucomundo2019octubdiciemb19incl.pdf

УДК 621.43.057 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.022**

ОЦЕНКА РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОТОПЛИВ

ПЛОТНИКОВ Сергей Александрович, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии машиностроения, PlotnikovSA@bk.ru*

КАРТАШЕВИЧ Анатолий Николаевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии машиностроения, Kartashevich@yandex.ru*

СМОЛЬНИКОВ Михаил Владимирович, *канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры технологии машиностроения, mihail.mai@mail.ru*

ШИПИН Александр Игоревич, *аспирант кафедры технологии машиностроения, shipin95@gmail.com*

Вятский государственный университет

Проблема и цель. *Цель исследований – определение оптимальных регулировочных значений топливоподающей аппаратуры (ТПА) дизельного двигателя Д-245.5S2, широко применяемого в народном хозяйстве, при использовании многокомпонентного биотоплива.*

Объекты и методы. *Объект исследований – экспериментальная установка, включающая дизель Д-245.5S2, моторный стенд RAPIDO SAK N670, разработанные составы многокомпонентных биотоплив. Содержание стендовых испытаний определялось ГОСТ 18509-88. Исследовалась работа*

© Плотников С. А., Карташевич А. Н., Смольников М. В., Шипин А. И., 2021 г.

двигателя на чистом дизельном топливе (ДТ) и многокомпонентных биотопливных композициях (МКБТ) с присутствием 15 % и 25 % этанола и рапсового масла, каждого. Методика испытаний включала снятие регулировочной характеристики. Меняли установочный угол подачи топлива в номинальном режиме работы объекта исследований. Не менее, чем при семи значениях угла фиксировались выходные показатели.

Ход экспериментов. *Значения дымности и токсичности, мощности и экономичности фиксировались, данные эксперимента и последующих расчетов наносились на график.*

Результаты и выводы. *В результате анализа данных были выявлены наиболее приемлемые, с экономической точки зрения, интервалы изменения регулировок системы впрыскивания топлива. изменения токсичности и дымности отработавших газов при разных составах топлива.*

Ключевые слова: *дизель, МКБТ-15, МКБТ-25, многокомпонентный состав, биотопливная композиция, эффективные показатели, дымность и токсичность отработавших газов.*

Введение

Учеными кафедры технологии машиностроения Вятского государственного университета (ВятГУ) ведутся разносторонние исследования по расширению свойств и пределов использования нетрадиционных, преимущественно – жидких, источников энергии, как в чистом виде, так и в виде компонентов, добавленных к ДТ. Главное внимание привлекают спирты, растительные масла и продукты их переработки, газы промышленного происхождения [1-4]. Основная задача – адаптировать моторные свойства альтернативных источников энергии для ДВС или их смесей с товарным ДТ к аналогичным свойствам самого ДТ. Исследования проводятся с учётом опыта зарубежных учёных в данной сфере [7-18], а также реального потенциала Кировской области в использовании альтернативных топлив (АТ) [5]. Результаты свидетельствуют о перспективности выбранного направления. Частной задачей следует считать применение многокомпонентных составов биотоплив, позволяющее взаимно компенсировать отдельные отличительные их свойства для дальнейшего применения в ДВС при минимальных конструкторских изменениях. Итогом многолетних исследований должны стать предложенные и запатентованные составы новых топливных композиций с улучшенными эксплуатационными свойствами, разработанные и запатентованные конструкции систем питания ДВС и рекомендации по их применению.

Объекты и методы

Топливо-воздушная смесь в цилиндре дизеля воспламеняется и сгорает не мгновенно, а в отрезке заданного временного промежутка, зависящего от целого ряда режимных и конструктивных параметров ДВС. У дизельного двигателя наилучшие мощностные и экономические показатели работы достигаются при выполнении жесткого условия – когда максимум выделившейся теплоты от сгорания топлива соответствует нахождению поршня вблизи верхней мертвой точки (ВМТ). Этому требованию соответствует только одно значение установочного угла подачи топлива. Требуемая величина вычисляется по проекционной регулировочной характеристике, для графического построения которой необходим ряд других, а именно, характеристик работы ДВС по подаче топлива при тех же значениях установочного угла. Еще одно необходимое условие – рабочие значения ингредиентов композиции – массовые количеств этанола (Э) и рапсового масла (РМ), содержащихся в многокомпонентных составах биотоплив; значение частоты вращения коленчатого (КВ) дизеля должно соответствовать номинальному.

Рис. 1 – Электротормозной моторный стенд (вид на динамометр)

Научные исследования показателей применяемости многокомпонентных составов МКБТ–15 (70 % ДТ, + 15% Э + 15% РМ) и МКБТ– 25 (50 % ДТ, + 25 % Э + 25 % РМ) в дизеле сельскохозяйственного трактора включали ряд шагов аналитического и прикладного характера. Аккредитованная лаборатория принадлежала кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» (г. Горки, Беларусская ГСХА).

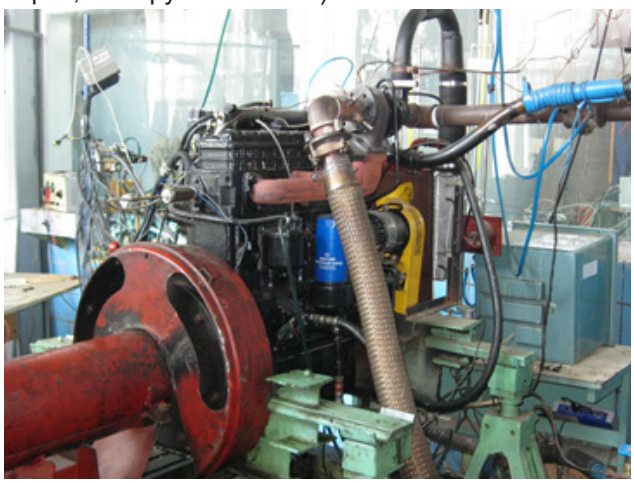


Рис. 2 – Вид на дизель Д-245.5S2 справа

Работу дизельного двигателя исследовали на стандартном моторном стенде (рис. 1.) RAPIDO SAK N670. Дизель был установлен на специальных домкратах и соединен с электрической машиной посредством карданной передачи (рис. 2.). Для его обслуживания присутствовал комплекс измерительного оборудования. Приборная база позволяла осуществлять вывод и запись параметров на монитор персонального компьютера в автоматическом или дискретном режиме.

Ход экспериментов

На основе моторных испытаний следовало определить влияние состава многокомпонентного биотоплива на регулировки топливоподающей аппаратуры (ТПА) дизельного ДВС. Характер влияния составов (МКБТ-15 и МКБТ-25) на значение установочного угла топливоподачи оценивался анализом построенных графиков. Рисунки 3 и 4 свидетельствуют о найденных зависимостях эксплуатационных показателей объекта испытаний и варьируемых точек установочного угла топливоподачи (работа дизельного ДВС при номинальной частоте вращения коленчатого вала).

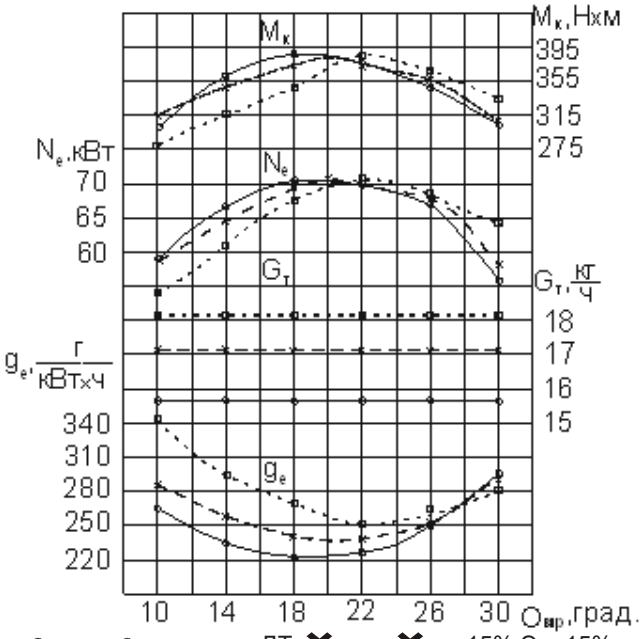


Рис. 3 – Регулировочные характеристики дизеля (мощностные и экономические показатели, n=1800 мин$^{-1}$)

Характер кривых на рисунке 3 ясно показывает, что при работе объекта испытаний на чистом ДТ оптимальный установочный угол принимает значение $\Theta_{впр}$=18°, цифры соответствуют его паспортным данным. Эффективная мощность соответствует паспортному значению N_e = 72 кВт. Другие показатели достигают значений, соответственно, g_e = 221,8 г/кВт×ч, $G_т$ = 15,75 кг/ч, $M_{кр}$ = 382,2 Н×м.

Использование многокомпонентных составов биотоплив МКБТ-15 и МКБТ-25 не меняет характера кривых, однако, оптимальные значения установочных углов смещаются. Например, применение МКБТ-15 ведет к росту часового расхода топлива до $G_т$ = 17,15 кг/ч при Ne = 72 кВт, а удельный эффективный расход топлива достигает g_e = 238,2 г/кВт×ч. Увеличивая содержание в составе этанола и РМ до 25% каждого, получаем следующие значения: $G_т$ = 18,21 кг/ч, Ne = 72 кВт и g_e = 252,9 г/кВт×ч.

Данное увеличение показателей топливной экономичности, без сомнения, вызвано известным снижением суммарной низшей теплоты сгорания многокомпонентной смеси.

Анализ графиков показывает, что при работе на данных составах топлив оптимальный установочный угол впрыскивания незначительно смещается в сторону ранних углов. Так, при замещении 30 % ДТ в суммарном составе оптимальным установочным углом будет угол, равный $\Theta_{впр}$ = 20º, а при работе на МКБТ-25 угол будет равен $\Theta_{впр}$ = 22º. Рост значения угла обусловлен, прежде всего, несколько снижением значения цетанового числа для МКБТ-15 и МКБТ-25. В целом, работа дизеля на многокомпонентных составах биотоплив не отличалась от работы на товарном ДТ, имела место очевидная экономия товарного топлива. В частности, при работе на МКБТ-15 экономия составляла 23,8 %, а на МКБТ-25 – 42,2 %. При снятии характеристик посторонних шумов и стуков выявлено не было, то есть, можно однозначно предполагать, что при работе на данных составах жёсткость процесса сгорания находится в допустимых пределах для работы дизеля.

На рисунке 4 представлены зависимости экологических показателей работы объекта испытаний в функции переменного установочного угла топливоподачи при его работе, как на ДТ, так и МКБТ-15 и МКБТ-25. Можно констатировать, что характер изменения экологических показателей ДВС схож для всех исследованных составов и видов топлива.

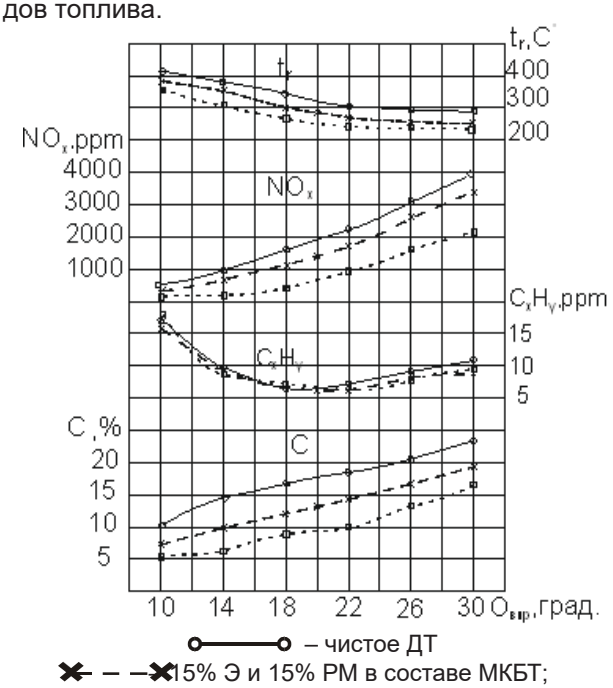


Рис. 4 – Регулировочные характеристики дизеля (экологические показатели, n=1800 мин$^{-1}$)

Данные рисунка 4 означают, что процентное содержание дымности в отработавших газах при работе объекта на товарном ДТ и многокомпонентных составах биотоплив приобретает тенденцию роста при соответствующем изменении установочного угла топливоподачи в раннюю сторону. При этом численные значения дымности ОГ дизеля с подачей ДТ, МКБТ-15 и МКБТ-25 на оптимальных установочных углах топливоподачи ($\Theta_{впр}$ = 18º, $\Theta_{впр}$ = 20º, $\Theta_{впр}$ = 22º) будут следующими: 17 %, 13 % и 9,5 %, соответственно. Многочисленными данными доказано, что при ранних углах подачи топлива в цилиндры возникает неполнота сгорания топлива вследствие негомогенного состава заряда, это влечет за собой недостаточное окисление атомов углерода, выход оксидов CO снижается. Дополнительно рост установочного угла топливоподачи сильно способствует охлаждению образующейся при сгорании сажи. Частицы сажи, вследствие низкой температуры, становятся недостаточно горячими, они не в состоянии окислиться с образованием оксида углерода CO, в итоге появляются в ОГ в виде сажевых частиц.

Как известно [1], добавка этанола в состав топлива уменьшает максимальную температуру цикла, вместе с этим снижается температура ОГ. В нашем случае происходит снижение температуры ОГ вследствие одновременного роста установочного угла топливоподачи, вероятно, из-за увеличения времени процесса сгорания. Цифры свидетельствуют, что при работе двигателя на товарном топливе при $\Theta_{впр}$ = 10° температура ОГ составляет tr = 411°C, а при $\Theta_{впр}$ = 30° температура ОГ уже равна tr = 291°C. Аналогичная ситуация просматривается при работе на МКБТ-15 и МКБТ-25. Так, при $\Theta_{впр}$ = 10° температура ОГ составляет tr = 378 °C и tr = 354 °C, а при $\Theta_{впр}$ = 30° она уже равна tr = 283°C и tr = 251°C, соответственно.

Химические радикалы CH, обычно являющиеся промежуточным звеном происходящих в пламени преобразований, в дальнейшем обеспечивают высокую эмиссию доли несгоревших углеводородов CxHy, это особенно присуще поздним установочным углам топливоподачи. Кроме того, они вступают в реакцию с азотом воздуха, поступающим в процессе впуска. Итогом взаимодействия становится цианисто-водородная кислота. Данная кислота является основным источником образования суммарных оксидов азота NOx. Отмеченный факт, собственно. и обуславливает рост суммарных оксидов азота на ранних углах топливоподачи. Известно также, что снижение температуры цикла ведет к росту суммарных оксидов азота, образующихся по механизму Фенимора (быстрых оксидов). На оптимальном режиме работы дизеля на ДТ, МКБТ-15 и МКБТ-25 значения суммарных оксидов азота NOx в ОГ составляют 1734 ppm, 1 437 ppm и 933 ppm, соответственно.

Работа сельскохозяйственного колёсного трактора постоянно сопровождается контактом с пылью, грязью, частицами растений, влагой, поэтому высока вероятность попадания их в системы двигателя. Исходя из этого, целесообразно применять дополнительные устройства в системе охлаждения [15]. Наличие устройств должно обеспечивать фильтрацию охлаждающей жидкости. В результате двигатель будет работать в оптимальном температурном режиме, что, в свою очередь, также предопределит его повышенные экономичность, надёжность и долговечность.

Результаты и выводы

1. Наивыгоднейшие значения эффективной мощности N_e и крутящего момента $M_к$ дизельного ДВС достигаются при установочных углах топливоподачи, равных, $\Theta_{впр}$ = 20º (МКБТ-15) и Θвпр = 22º (МКБТ-25).

2. Использование топлива МКБТ-15 и МКБТ-25 положительно влияет на его собственные физико-химические свойства. Улучшаются характеристики рабочего процесса дизеля вследствие скомпенсированности недостаточных свойств присутствующих ингредиентов (ДТ, этанол, РМ). Обеспечивается оптимальность характера условий сгорания, наблюдается снижение жесткости работы, снижается теплонапряженность деталей ДВС, нагарообразование в прецизионных парах.

3. Работа дизеля на МКБТ-15 и МКБТ-25 даёт возможность снизить дымность ОГ на 23,6 % и 44,2 %, содержание суммарных оксидов азота на 17,3 и 46,2 % соответственно.

4. Экономия товарного ДТ при работе дизеля в номинальном режиме на МКБТ-15 и МКБТ-25 составляет 23,8 % и 42,2 %, соответственно.

Список литературы

1. Карташевич А.Н., Плотников С.А., Смольников М.В., Бажан П.И., Миронов А.А. Оптимизация системы топливоподачи тракторного дизеля для работы на топливах с добавками этанола. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева: Нижний Новгород, 2019. - № 1 (124). – С. 186-193. https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/nauka/izdaniya/trudy/2019/01/186-193.pdf

2. Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Козлов И.С. Определение регулировочных параметров системы топливоподачи тракторного дизеля при работе на топливных композициях с добавками рапсового масла. //Вестник РГАТУ, 2018. - № 4 (40). – С. 133-138. DOI: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2018_4.pdf

3. Плотников С.А., Шишкин Г.П., Смольников М.В. Расчет стабильности этаноло-топливной эмульсии для применения в дизелях // Двигателестроение, 2019. - № 1. - С. 24–27. https://rdiesel.ru/DVIGATELESTROYENIYE/YEAR/2019/r1-2019.html#275-05

4. Плотников С.А., Зубакин А.С., Бирюков А.Л. Теоретический расчет оптимального угла опережения зажигания при работе двигателя на генераторном газе на основе времени горения. // Известия МГТУ «МАМИ», 2019. - № 4 (42). – С. 54-60. https://old.mospolytech.ru/storage/files/izvestiya/Izvestiya_MGTU_MAMI_No4(42)_2019_dlya_sajta.pdf

5. Смольников М.В., Сергеев Д.Г. Потенциал Кировской области в выборе альтернативного топлива. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 31-35. http://

elib.baa.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/2474/ecd4231.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. Система охлаждения автотракторного двигателя. //Заявка на выдачу патента РФ № 2020137887(W20069986) от 19.11.2020. /С.А. Плотников, М.В. Смольников, Д.Г. Сергеев.

7. A Study on Triacylglycerol Composition and the Structure of High-Oleic Rapeseed Oil / Mei Guana, Hong Chenb, XinghuaXionga [et al.] // Engineerin. – 2016. – № 2. – P. 258–262. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.02.004

8. Bocianowski, J. Determination of fatty acid composition in seed oil of rapeseed (Brassica napus L.) by mutated alleles of the FAD3 desaturase genes / J. Bocianowski, K. Mikołajczyk, I. Bartkowiak-Broda // J Appl Genet. – 2012. – № 53(1). – P. 27–30. https://doi.org/10.1007/s13353-011-0062-0

9. Baquero G., Esteban B., Riba JR., Puig R., Rius A. (August 1st 2011). Use of Rapeseed Straight Vegetable Oil as Fuel Produced in Small-Scale Exploitations, Biofuel's Engineering Process Technology, Marco Aurélio dos Santos Bernardes, IntechOpen, DOI: 10.5772/18183. Available from: https://www.intechopen.com/books/biofuel-s-engineering-process-technology/use-of-rapeseed-straight-vegetable-oil-as-fuel-produced-in-small-scale-exploitations (accessed 26.10.2019)

10. Desantes J.M., Loŕpez J.J., Redŕon P., Arreŕgle J. Evaluation of the Thermal NO Formation Mechanism under Low-temperature Diesel Combustion Conditions. //International Journal of Engine Research. 2012; 13(6):531–539. DOI: 10.1177/1468087411429638

11. Evaluation of the Thermal NO formation mechanism under low-temperature diesel combustion conditions / J.M. Desantes, J.J. Loŕpez, P. Redŕon, J. Arreŕgle. // International Journal of Engine Research. – 2012. – 13(6). – P. 531–539. DOI: 10.1177/1468087411429638

12. Formation of Engine Internal NO: Measures to Control the NO2/NOX Ratio for Enhanced Exhaust After Treatment / M. Rößler, A. Velji, C. Janzer [et al.]. // SAE Int. J. Engines. – 2017. – № 10(4). – P. 1–14. – DOI 10.4271/2017-01-1017

13. Gruzdienė, D. Chemical Composition and Stability of Rapeseed Oil Produced from Various Cultivars Grown in Lithuania. Food Process Engineering in a changing world / D. Gruzdienė, E. EditaAnelauskaitė // the 11th International Congress of Engineering and Food, Athens, Greece. – 2011:1–4. – https://www.semanticscholar.org/paper/Chemical-composition-and-stability-of-rapeseed-oil-Gruzdiene%CC%87-Anelauskait%C4%97/11a8693031c52d96ebd81d52b2c204535a070466 (дата обращения 26.10.2019).

14. Merkisz J., Fuć P., Lijewski P., Kozak M. (March 24th 2016). Rapeseed Oil Methyl Esters (RME) as Fuel for Urban Transport, Alternative Fuels, Technical and Environmental Conditions, Krzysztof Biernat, IntechOpen, DOI: http://dx.doi.org/10.5772/62218. Available from: https://www.intechopen.com/books/alternative-fuels-technical-and-environmental-conditions/rapeseed-oil-methyl-esters-rme-as-fuel-for-urban-transport (accessed 26.10.2019)

15. Properties of rapeseed oil for use as a diesel fuel extender / K. McDonnell, S. Ward, J. Leahy, P. McNulty. //Journal of the American Oil Chemists' Society. – 1999. – № 76(5). – P. 539–543. – DOI 10.1007/s11746-999-0001-y

16. Tucki K., Mruk R., Orynycz O., Gola A. The Effects of Pressure and Temperature on the Process of Auto-Ignition and Combustion of Rape Oiland Its Mixtures. //Sustainability. 2019; № 11(12), 3451. https://doi.org/10.3390/su11123451

17. Williams F.A. Combustion theory / F. A. Williams – Benjamin/Cummings : Menlo Park, 1984. https://behineh-sazan.ir/wp-content/uploads/2016/12/Williams-F.A.-Combustion-Theory-2ed.-Benjamin-Pub.-1985.pdf (дата обращения: 26.10.2019).

18. Yang J., Golovitchev V.I., Lurbe P.R., Saŕnchez J.JL. Chemical Kinetic Study of Nitrogen Oxides Formation Trends in Biodiesel Combustion. //International Journal of Chemical Engineering. 2012:1–22. Available from: DOI: 10.1155/2012/898742

ESTIMATION OF ADJUSTING INDICATORS OF DIESEL UNDER HIGH-TEMPERATURE EXPOSURE TO DT

Plotnukov Sergey A., *a Dr.Sci.Tech., the professor of chair of technology of mechanical engineering, PlotnikovSA@bk.ru*

Kartashevich Anatoly N., *Dr.Sci.Tech., the professor of chair of technology of mechanical engineering, Kartashevich@yandex.ru*

Smolnikov Mikhail V., *Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Mechanical Engineering Technology, , mihail.mai@mail.ru*

Shipin Alexander I., *Post-graduate student of the Department of Machinery and Woodworking Technology, shipin95@gmail.com*

Vyatka State University

Problem and the purpose. *The purpose of researches - definition of optimum adjusting values submitting fuel equipments (SFE) the diesel engine D-245.5S2 widely applied in a national economy, at application of multicomponent biofuels.*

Objects and methods. *Object of researches - the experimental installation including diesel engine D-245.5S2, electrobrake stand RAPIDO SAK N670 with балансирной by the balance pendular machine, new structures fuels. The contents of bench tests was determined GOST 18509-88. Job of the engine on pure diesel fuel*

(DF) and multicomponent biofuel compositions (MCBT) with presence of 15% and 25% of ethanol and rape seed oils, everyone was investigated. The technique of tests included removal of the adjusting characteristic. Changed an adjusting corner of submission of fuel in a nominal operating mode of object of researches. Not less, than at seven values of a corner target parameters were fixed.

Course of experiments. *Values smokiness and toxicity, power and profitability were fixed, data of experiment and the subsequent calculations were rendered on the schedule.*

Results and conclusions. *As a result of the analysis of data the most comprehensible have been revealed, from the economic point of view, intervals of change of adjustments of system of injection of fuel. Changes of toxicity and smokiness the fulfilled gases at different structures of fuel.*

Key words: *Diesel engine, MKBT-15, MKBT-25, multicomponent structure, a biofuel composition, effective indicators, smokiness and toxicity of exhaust gases.*

Literatura

1. Kartashevich A.N., Plotnikov S.A., Smol'nikov M.V., Bazhan P.I., Mironov A.A. Optimizaciya sistemy toplivopodachi traktornogo dizelya dlya raboty na toplivah s dobavkami etanola. //Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva: Nizhnij Novgorod, 2019. - № 1 (124). – S. 186-193. https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/nauka/izdaniya/trudy/2019/01/186-193.pdf

2. Plotnikov S.A., Buzikov SH.V., Kozlov I.S. Opredelenie regulirovochnyh parametrov sistemy toplivopodachi traktornogo dizelya pri rabote na toplivnyh kompoziciyah s dobavkami rapsovogo masla. //Vestnik RGATU, 2018. - № 4 (40). – S. 133-138. https://vestnik.rgatu.ru/archive/2018_4.pdf

3. Plotnikov S.A., SHishkin G.P., Smol'nikov M.V. Raschet stabil'nosti etanolo-toplivnoj emul'sii dlya primeneniya v dizelyah // Dvigatelestroenie, 2019. - № 1. - S. 24–27. http://rdiesel.ru/DVIGATELESTROYENIYE/YEAR/2019/r1-2019.html#275-05

4. Plotnikov S.A., Zubakin A.S., Biryukov A.L. Teoreticheskij raschet optimal'nogo ugla operezheniya zazhiganiya pri rabote dvigatelya na generatornom gaze na osnove vremeni goreniya. //Izvestiya MGTU «MAMI», 2019. - № 4 (42). – S. 54-60. https://old.mospolytech.ru/storage/files/izvestiya/Izvestiya_MGTU_MAMI_No4(42)_2019_dlya_sajta.pdf

5. Smol'nikov M.V., Sergeev D.G. Potencial Kirovskoj oblasti v vybore al'ternativnogo topliva. Innovacionnye resheniya v tekhnologiyah i mekhanizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr. / redkol.: V. R. Petrovec [i dr.]. – Gorki: BGSKHA, 2020. – Vyp. 5. – S. 31-35. https://elib.baa.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/2474/ecd4231.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. Sistema ohlazhdeniya avtotraktornogo dvigatelya. //Zayavka na vydachu patenta RF № 2020137887(W20069986) ot 19.11.2020. /S.A. Plotnikov, M.V. Smol'nikov, D.G. Sergeev.

7. A Study on Triacylglycerol Composition and the Structure of High-Oleic Rapeseed Oil / Mei Guana, Hong Chenb, XinghuaXionga [et al.] // Engineerin. – 2016. – № 2. – P. 258–262. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.02.004

8. Bocianowski, J. Determination of fatty acid composition in seed oil of rapeseed (Brassica napus L.) by mutated alleles of the FAD3 desaturase genes / J. Bocianowski, K. Mikołajczyk, I. Bartkowiak-Broda // J Appl Genet. – 2012. – № 53(1).– P. 27–30. https://doi.org/10.1007/s13353-011-0062-0

9. Baquero G., Esteban B., Riba JR., Puig R., Rius A. (August 1st 2011). Use of Rapeseed Straight Vegetable Oil as Fuel Produced in Small-Scale Exploitations, Biofuel's Engineering Process Technology, Marco Aurélio dos Santos Bernardes, IntechOpen, DOI: 10.5772/18183. Available from: https://www.intechopen.com/books/biofuel-s-engineering-process-technology/use-of-rapeseed-straight-vegetable-oil-as-fuel-produced-in-small-scale-exploitations (accessed 26.10.2019)

10. Desantes J.M., Lorpez J.J., Redron P., Arrergle J. Evaluation of the Thermal NO Formation Mechanism under Low-temperature Diesel Combustion Conditions. //International Journal of Engine Research. 2012; 13(6):531–539. DOI: 10.1177/1468087411429638

11. Evaluation of the Thermal NO formation mechanism under low-temperature diesel combustion conditions / J.M. Desantes, J.J. Lorpez, P. Redron, J. Arrergle. // International Journal of Engine Research. – 2012. – 13(6). – P. 531–539. – DOI: 10.1177/1468087411429638

12. Formation of Engine Internal NO: Measures to Control the NO2/NOX Ratio for Enhanced Exhaust After Treatment / M. Rößler, A. Velji, C. Janzer [et al.]. // SAE Int. J. Engines. – 2017. – № 10(4). – P. 1–14. – DOI 10.4271/2017-01-1017

13. Gruzdienė, D. Chemical Composition and Stability of Rapeseed Oil Produced from Various Cultivars Grown in Lithuania. Food Process Engineering in a changing world / D. Gruzdienė, E. EditaAnelauskaitė // the 11th International Congress of Engineering and Food, Athens, Greece. – 2011:1–4. https://www.semanticscholar.org/paper/Chemical-composition-and-stability-of-rapeseed-oil-Gruzdiene%CC%87-Anelauskait%C4%97/11a8693031c52d96ebd81d52b2c204535a070466 (дата обращения 26.10.2019).

14. Merkisz J., Fuć P., Lijewski P., Kozak M. (March 24th 2016). Rapeseed Oil Methyl Esters (RME) as Fuel for Urban Transport, Alternative Fuels, Technical and Environmental Conditions, Krzysztof Biernat, IntechOpen, DOI: http://dx.doi.org/10.5772/62218. Available from: https://www.intechopen.com/books/alternative-fuels-technical-and-environmental-conditions/rapeseed-oil-methyl-esters-rme-as-fuel-for-urban-transport (accessed 26.10.2019)

15. Properties of rapeseed oil for use as a diesel fuel extender / K. McDonnell, S. Ward, J. Leahy, P. McNulty. //Journal of the American Oil Chemists' Society. – 1999. – № 76(5). – P. 539–543. – DOI: 10.1007/s11746-999-0001-y

16. Tucki K., Mruk R., Orynycz O., Gola A. The Effects of Pressure and Temperature on the Process of Auto-Ignition and Combustion of Rape Oiland Its Mixtures. //Sustainability. 2019; № 11(12), 3451. https://doi.org/10.3390/su11123451

17.Williams F.A. Combustion theory / F. A. Williams – Benjamin/Cummings : Menlo Park, 1984. https://behineh-sazan.ir/wp-content/uploads/2016/12/Williams-F.A.-Combustion-Theory-2ed.-Benjamin-Pub.-1985.pdf (дата обращения: 26.10.2019).

18. Yang J., Golovitchev V.I., Lurbe P.R., Sarnchez J.JL. Chemical Kinetic Study of Nitrogen Oxides Formation Trends in Biodiesel Combustion. //International Journal of Chemical Engineering. 2012:1–22. Available from: DOI: 10.1155/2012/898742

УДК 621.43 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.023**

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКА НА СМАЗОЧНЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ И ИЗНОС УЗЛОВ ТРЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ УЛЬТРАВУКОВОЙ ОБРАБОТКЕ МАСЕЛ

СИМДЯНКИН Аркадий Анатольевич, *д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технической эксплуатации транспорта (ТЭТ), seun2006@mail.ru*

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой ТЭТ, ivan.uspensckij@yandex.ru*

СЛЮСАРЕВ Михаил Николаевич, *соискатель, кафедра ТЭТ, mark1n87@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет им.П.А. Костычева

Проблема и цель. *Целью настоящего исследования является оценка влияния частоты ультразвука на смазочные свойства моторных масел и износ узлов трения двигателей при ультразвуковой обработке масел.*

Методология. *Предметом исследований является ультразвуковая обработка моторных масел и вызываемые ею изменения износа узлов трения. Были проведены следующие эксперименты: оценка влияния частоты ультразвука на изменение коэффициента поверхностного натяжения моторных масел при их ультразвуковой обработке; оценка влияния частоты ультразвуковой обработки смазки на износ образцов пар трения при износных испытаниях образцов на машине трения 2070 СМТ 1М. Обработка моторного масла ультразвуком проводилась с помощью экспериментального устройства для генерации ультразвука переменной частоты. Обработке подвергались моторные масла: масло моторное «LukoilDIESELOIL» 10W-40 минеральное; масло моторное «SHELL Helix HX7 Diesel» 10W-40 полусинтетическое; масло моторное «ZIC X7 Diesel» 10W-40 синтетическое.*

Результаты. *Были получены расчетно-экспериментальные зависимости коэффициента поверхностного натяжения от частоты ультразвукового сигнала для минерального, полусинтетического и синтетического моторных масел, а также зависимости фактора износа образцов пар трения от частоты ультразвука длясинтетического моторного масла.Определен диапазон частот ультразвука (17-44 кГц), при котором ультразвуковая обработка синтетического моторного масла дает наибольшее снижение износа пар трения*

Заключение. *На основании проведенных исследований рекомендуется проводить обработку моторного масла ультразвуком в диапазоне частот от 17 до 44 кГц. Рекомендуется также продолжение работ по доработке устройства для генерации ультразвука оптимальной частоты и адаптации его в систему смазки реальных дизельных автотракторных двигателей.*

Ключевые слова: *моторное масло, ультразвук, частота, коэффициент поверхностного натяжения, износ пар трения.*

Введение

Эффективность современного сельского хозяйства во многом зависит от надежности сельхозтехники, которая определяется износом узлов трения. Наиболее остро вопрос износостойкости узлов трения стоит в двигателях самоходных сельхозмашин, агрегаты которых работают в условиях большого колебания температур, резкого изменения погодных условий, постоянной тряски, попадания грязи и пыли и пр., что резко уменьшает моторесурс двигателей и повышает стоимость их обслуживания [1,2]. Таким образом, важной

© Симдянкин А. А., Успенский И. А., Слюсарев М. Н., 2021 г.

экономической задачей является создание и использование недорогих и эффективных способов снижения износа агрегатов двигателей мобильной сельскохозяйственной техники. В настоящее время известны исследования, посвящённые методам внешних энергетических воздействий на смазку в узлах трения [1], и, в частности, обработке смазки ультразвуком [3-7].Однако ни в одном из известных исследований не дано физическое обоснование влияния поверхностного натяжения смазочных масел на износ пар трения и не получены расчетно-экспериментальные зависимости смазочной способности моторных масел и износа пар трения от частоты ультразвука.Таким образом, на основании вышесказанного, может быть сформулирована цель исследования – получение расчетно-экспериментальных зависимостей смазочной способности моторных масел и износа пар трения от частоты ультразвука.

Краткое физическое обоснование влияния поверхностного натяжения смазки

на смазочную способность и износ пар трения

Рассмотрим режимы смазки агрегатов двигателей мобильной сельхозтехники. Под режимами смазки понимаются факторы работы смазываемых частей механизмов, определяющие их прямое взаимодействие при трении. Различают граничный, смешанный и гидродинамический режимы смазки. Выделяют также трение сухих поверхностей без смазки. Реализацию тех или иных режимов смазки можно приблизительно представить по значению интегральной толщины смазочного слоя (λ) [8, 9]:

$$\lambda = \frac{h_{min}}{\sqrt{Ra_1^2+Ra_2^2}}, \quad (1)$$

где h_{min} – толщина смазочного слоя в зоне минимального зазора, мкм; R_{a1} и R_{a2} – величины шероховатости поверхностей трущихся деталей, мкм.

Зависимость режимов смазки, коэффициента трения, характеристик и свойств смазки (СМ) и трущихся тел от величины λ приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость режимов смазки, коэффициента трения, характеристик и свойств смазки (СМ) и трущихся тел от величины λ

Режимы смазки	Коэффициент трения	Главные характеристики СМ	Основные свойства СМ	Основные свойства твердого тела	λ
Гидродинамическая	0,0001-0,001	Вязкость	Ньютоновская жидкость, вязкость независима от давления	Абсолютно жесткое и гладкое, износ отсутствует	> 3
Смешанная (полу- и жидкостная)	0,08 - 0,15	Вязкость, поверхностная и химическая активность	Несжимаемая жидкость, коллоидный раствор активных компонентов	Упруго-и/или пластически деформируемое, шероховатое	3> λ>1
Граничная	0,1 -0,18	Поверхностная и химическая активность	Коллоидный раствораактивных компонентов	Упруго-и/или пластически деформируемое, шероховатое	<1

Высокие температуры, вибрация и другие факторы приводят к тому, что преимущественным режимом смазки автотракторных двигателей становится режим граничного трения. В этом режиме и происходит основной износ трущихся поверхностей [9, 10], причем износ деталей зависит от поверхностной активности моторного масла (его способности создавать граничный смазочный слой). Это и есть смазывающая способность (маслянистость) моторного масла. Смазывающая способность – это взаимное силовое влияние молекул воздуха, смазки и твердого тела на их границе. Экспериментально подтверждено, что смазывающая способность напрямую зависит от коэффициента поверхностного натяжения жидких смазочных масел [11, 12]. Показатель поверхностного натяжения неразрывно связан с явлением адгезии и с краевым углом смачивания.поверхности смазочным маслом. Адгезия обычно оценивается работой, которую надо затратить, чтобы разделить жидкость и твердое вещество на поверхности соприкосновения площадью 1 м2. Чем больше данная работа и меньше показатель поверхностного натяжения жидкой смазки, а также краевой угол смачивания, тем лучше смазочное масло смачивает поверхность трения [14]. Работа адгезии вычисляется по формулеДюпре-Юнга:

$$W_a = \sigma\ (1+\cos\theta), \quad (2)$$

где σ – показатель поверхностного натяжения жидкости на границе с воздухом, Н/м;

θ – краевой угол смачивания, град.

Явление уменьшения износа трущихся деталей при облучении смазочного масла ультразвуковыми волнами связано с понижением коэффициента его поверхностного натяжения, что позволяет маслу свободно, без дополнительных усилий, распределяться по трущимся поверхностям, образуя при этом пленку оптимальной тол-

щины, позволяющей повышать антифрикционную способность контактирующих поверхностей. Зависимость фрикционных характеристик контактирующих деталей от поверхностного натяжения смазывающих масел объясняется молекулярно-кинетической теорией трения [15].

Методы и материалы

Программа исследований включает следующие эксперименты:

– оценка влияния частоты ультразвука на изменение коэффициента поверхностного натяжения моторных масел при их ультразвуковой обработке;

– оценка влияния частоты ультразвуковой обработки смазки на износ образцов пар трения при износных испытаниях образцов на машине трения 2070 СМТ 1М.

Сравнительная оценка методов измерения поверхностного натяжения показала, что для практического измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей оптимальны два метода: метод отрыва кольца от поверхности раздела фаз и метод, основанный на счете капель. Эффективность данных методов обусловлена тем, что они просты в аппаратурной реализации и достаточно точны. Определение поверхностного натяжения моторных масел в данном исследовании проводится одновременно двумя методами. Для каждой частоты ультразвука проводятся три измерения коэффициента поверхностного натяжения (каждым из методов). Вычисляется среднеарифметическое значение коэффициента для каждого из методов. Затем вычисляется среднее, которое и записывается в итоговую таблицу. Методика измерения одновременно двумя методами представляет исследователю достаточно точный механизм и сводит к минимуму погрешности измерений, обусловленные конкретным лабораторным оборудованием.

Обработка моторного масла ультразвуком в эксперименте по оценке влияния частоты ультразвука на изменение коэффициента поверхностного натяжения моторных масел производится с помощью экспериментального устройства для генерации ультразвука переменной частоты (рис. 1).

Обработке подвергались моторные масла: масло моторное «LukoilDIESELOIL» 10W-40 минеральное; масло моторное «SHELL Helix HX7 Diesel» 10W-40 полусинтетическое; масло моторное «ZIC X7 Diesel» 10W-40 синтетическое.

Обработка моторного масла ультразвуком при износных испытаниях образцов на машине трения 2070 СМТ 1М производится с помощью экспериментального устройства для генерации ультразвука переменной частоты, причем ультразвуковой излучатель помещается внутрь испытательной камеры машины (рис. 2)

Обработке подвергалось синтетическое дизельное масло «ZIC X7 Diesel» 10W-40. Испытываемые пары трения изготовлены: ролик – из инструментальной легированной штампованной стали Х12Ф1 ГОСТ 5950-2000; колодка – из серого чугуна СЧ-21 ГОСТ 1412-85. Вид изготовленных для испытаний роликов и колодок изображен на рисунке 3.

Испытания проводились в соответствии с требованиями документов [16, 17]. Интенсивность изнашивания образцов при проведении испытаний узлов трения на машинах трения определяется величиной показателя фактора износа [9, 18,19]:

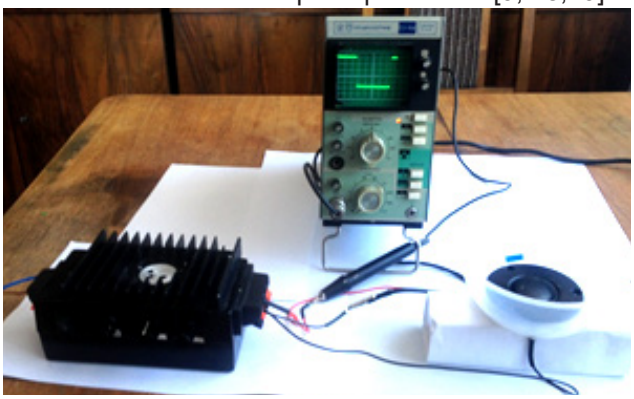


Рис. 1 – Экспериментальное устройство для генерации ультразвука

$$\Phi = \frac{I_\Sigma}{P_{on}}, \qquad (3)$$

где I_Σ – сумма интенсивностей изнашивания элементов пары;

$P_{оп}$ – оптимальная нагрузка, МПа.

Рис. 2 – Общий вид испытательной камеры машины трения 2070 СМТ 1М

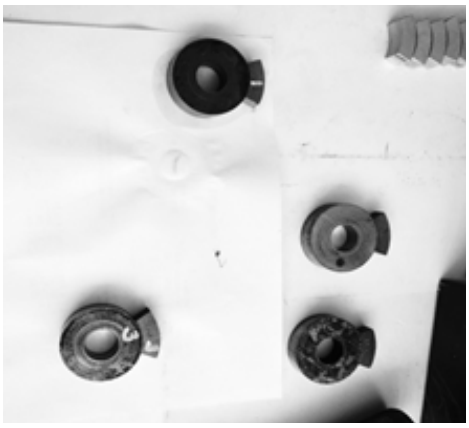
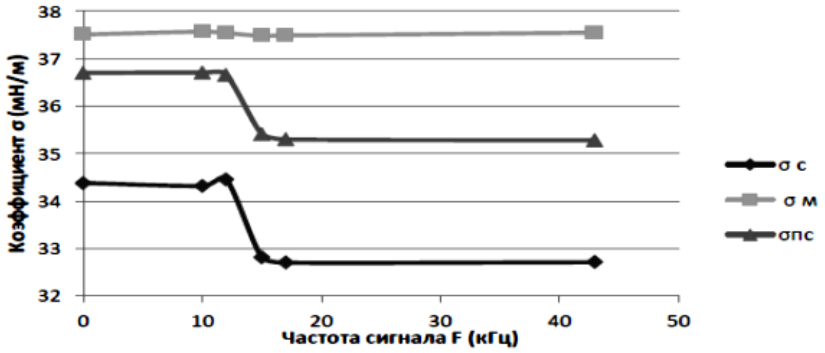


Рис. 3 – Ролики с колодками

Результаты

В результате эксперимента по определению зависимости коэффициента поверхностного натяжения σ от частоты ультразвукового сигнала при мощности ультразвука свыше 25 Вт для минерального, полусинтетического и синтетического моторных масел получен сводный график, представленный на рисунке 4.



σ с – масло на синтетической основе; σ м – масло на минеральной основе;
σпс – масло на полусинтетической основе

Рис. 4 – График зависимости показателя поверхностного натяжения от частоты ультразвуковых волн для минерального, полусинтетического и синтетического дизельных масел

Данные зависимости были описаны следующими функциями:

для минерального масла:

$$\sigma = 37{,}5;\ \forall F \in [0; 44] \quad (4)$$

для полусинтетического:

$$\sigma = \begin{cases} 36{,}8; \forall F \in [0; 12] \\ -0{,}283F + 39{,}94; \forall F \in [12; 17] \\ 35{,}2; \forall F \in [17; 44] \end{cases} \quad (5)$$

для синтетического:

$$\sigma = \begin{cases} 34{,}3;\ \forall F \in [0; 11{,}99] \\ -0{,}377F + 38{,}71; \forall F \in [12; 16{,}99] \\ 32{,}7; \forall F \in [17; 43] \end{cases} \quad (6)$$

При этом адекватность полученных уравнений подтверждается критерием Фишера, а максимальная ошибка аппроксимации составляет величину 3,8 %.

Анализ результатов данных исследований показывает: при ультразвуковой обработке синтетического моторного масла «ZIC X7 Diesel» 10W-40 достигается максимальный эффект снижения σ(более 5 %) в диапазоне частот сигнала 17-43 кГц и мощности источника ультразвука не менее 25 Вт.

В результате износных испытаний образцов пар трения установлено, что при обработке синтетического дизельного масла «ZIC X7 Diesel» 10W-40 ультразвуковыми колебаниями с частотами в диапазоне 17-43 кГц, пятипроцентное снижение коэффициента поверхностного натяжения способствует формированию оптимального масляного клина между трущимися контактирующими поверхностями «ролика» и «колодки», что позволяет снизить фактор износа более чем на 27 %. Поэтому для определения износа образцов при обработке синтетического дизельного масла ультразвуковыми колебаниями на частотах более чем 17 кГц в формулу (3) был введен корректирующий коэффициент:

$$\Phi = 0{,}718\frac{I_{\Sigma}}{P_{оп}}, \quad (7)$$

Используя выражение (6), можно предположить, что изменения фактора износа для синтетических масел будут повторять характер изменений показателя поверхностного натяжения в зависимости от частоты колебаний(табл. 1).

График зависимости фактора износа от частоты ультразвука представлен на рисунке 5.

Таблица 2 – Зависимость Ф от частоты ультразвука для синтетического дизельного масла «ZIC X7 Diesel» 10W-40

F, кГц	σ, мН/м	$Ф_{эксп}$	$Ф_{расч}$	Погрешность, %
Погрешность, %	34,198	$1{,}023 \cdot 10^{-10}$	$1{,}03 \cdot 10^{-10}$	0,68
13	33,822		$9{,}7 \cdot 10^{-11}$	
14	33,446		$9{,}1 \cdot 10^{-11}$	
15	33,07		$8{,}5 \cdot 10^{-11}$	
16	32,694		$7{,}9 \cdot 10^{-11}$	
17	32,318	$7{,}35 \cdot 10^{-11}$	$7{,}3 \cdot 10^{-11}$	-0,68

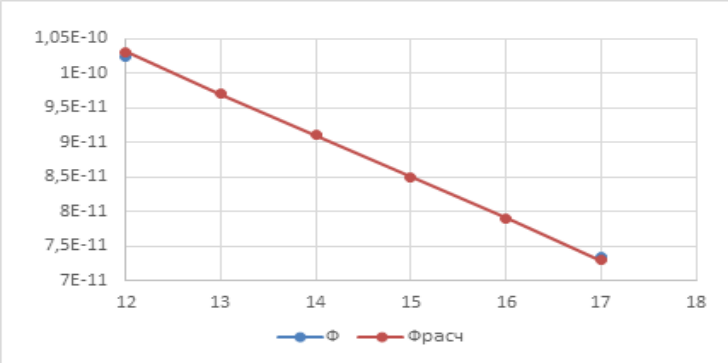


Рис. 5 – График зависимости значений фактора износа (Фрасч) от частоты ультразвука для синтетического моторного масла «ZIC X7 Diesel» 10W-40

Тогда:

$$\Phi = \begin{cases} 1{,}023 \cdot 10^{-10};\ \forall F \in [0;12] \\ -0{,}6 \cdot 10^{-11} F + 1{,}75 \cdot 10^{-10}; \forall F \in [12;17] \\ 0{,}718 \cdot 10^{-10}; \forall F \in [17;44] \end{cases} \quad (8)$$

Заключение

Анализ полученных расчетно-экспериментальных зависимостей смазочной способности моторных масел и износа пар трения от частоты ультразвука позволяет определить диапазон частот ультразвука (17- 44 кГц), при котором ультразвуковая обработка синтетического моторного масла дает наибольшее снижение износа пар трения. На основании результатов исследований можно рекомендовать продолжение работ по доработке устройства для генерации ультразвука оптимальной частоты и адаптации его в систему смазки реальных дизельных автотракторных двигателей.

Список литературы

1. Аметов, В.А. Повышение эксплуатационной надежности агрегатов автотранспортных средств путем контроля и модифицирования смазочных масел: дисс. ... докт. техн. наук: 05.22.10 - Тюмень, 2006. – 382с URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15906954

2. Кадыров, С.М. Долговечность автотракторных двигателей в условиях Средней Азии / С.М. Кадыров - Ташкент: Укитувчи, 1982. - 272 с URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001124911

3. Kargin B.S., Anishenko A.S., Kargin S.B., Khiora V.S., Tkachev R.O., Voronina N.A. Investigation of the vinfluenceofultrasonicvibrationsontheefficiency oftecnologicallibricants. VistnikPriazovskogoderzh avnogotekhnichnogouniversitetu.Tekhnichninauki = Priazovskiy State Tekhnical University Bulletin/ Engineering. 2015; 30-1:136-140. URL: http://journals/uran.ua/vestnikpgtu_tech/articlt/view/51695

4. A.A. Simdiankin and M.N. Slyusarev.Study of the Influence of the Parametres of Ultrasonic Treament of Motor Oil on the Wear of Friction Paris during the Burn-In Period. /Jornal of Friction and Wear, 2019 Vol. 40, No. 4, pp. 368-373. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41644445

5.Simdiankin A. A., Uspensky I. A., Byshov N. V., and Slyusarev.M. N. Effect of Ultrasonic Treatment of the Lubricating Oil to the Work Units whith the Residual Effects in the Oil./Jornal of Friction and Wear, 2019 Vol. 40, No. 5, pp.599-606.URL:https://www.researchgate.net/publication/336751729_The_Effect_of_Ultrasonic_Treatment_of_a_Lubricating_Oil_on_the_Operation_of_a_Tribological_Assembly_and_the_Assessment_of_the_Residual_Effects_in_the_Oil

6. Симдянкин, А.А. Оценка влияния ультразвуковой обработки моторного масла на износ пар трения при длительных износных испытаниях[/ А.А. Симдянкин, А.М.Давыдкин, М.Н. Слюсарев, А.М. Земсков // Вестник Мордовского университета, Том. 28, № 4. 2018. – С.583-602 DOI: https://www.doi.org/10.15507/0236-2910.028.201804.583-602

7. Prakash S., Ghosh A.K. Ultrasonics and colloids. (Monograth).Asia Publishing House, London, 1962. URL: https://openlibrary.org/books/OL272259M/Ultrasonics_and_colloids

8. Denisov A.S., Danilov I.K., Influence of lubrication conditions on the thickness of the oil layer in the connecting rod bearings of the diesel engine. Vistnik SGTU = Saratov State Technical University Bulletin 2005; 1(6): 74-80. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-usloviy-smazki-na-tolschinu-maslyanogo-sloya-v-shatunnyh-podshipnikah-dizelnogo-dvigatelya/viewer

9. Полюшкин, Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки. Учебное пособие [Текст] / Н.Г. Полюшкин.- Красноярск: изд. Красноярск.гос. агр. ун-та, 2013. - 192 с. URL: http://www.kgau.ru/sveden/2017/mech/metod_350306_16.pdf

10. Виноградов, Г.В. Механизм противоизносного и антифрикционного действия смазочных сред при тяжелых режимах граничной смазки / Г.В. Виноградов, Ю.Я. Полонский // О природе трения твердых тел: сборник научных трудов. - Минск: Наука и техника, 1971. С. 281-304. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007162801

11.Арчбютт, Л.Л. Трение, смазка и смазочные материалы. Руководство по теории и практике смазки и по методам испытания смазочных материалов / Л.Л. Арчбютт, Р.М. Дилей. -М: Госгоргеолнефтиздат, 1934. - 703 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01009309144

12. Калмыков, В.В. Исследование зависимости смазываемости конструкционных материалов от величины поверхностного натяжения масел/ В.В. Калмыков, Д.А. Мельников, М.С. Горбачева, А.А. Сухарева// Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 6. – С. 47-51.URL: https://www.elibrary.

ru/item.asp?id=29767733

13. Заславский, Ю.С. Трибология смазочных материалов / Ю. С. Заславский - Москва: Химия, 1991. - 240 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001580855

14. Рогачев М.К. Новые химические реагены и составы технологических жидкостей для добычи нефти. - Уфа: Гилем, 1999. 75 с. URL: https://gse.ua/ru/biblioteka/knigi/322-b-m-steshin.html

15. Крагельский, И.В. Основы расчетов на трение и износ /И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – М: Машиностроение, 1977. – 526 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007676293

16. Межгосударственный стандарт ГОСТ 23.224-86 "Обеспечение износостойкости изделий. Методы оценки износостойкости восстановленных деталей" URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-23-224-86

17. Руководство РД 50-662-88 "Методические указания. Методы экспериментальной оценки фрикционной совместимости материалов трущихся сопряжений." / М: Издательство стандартов, 1988. - 31 с. URL: http://docs.cntd.ru/document/675402208

18. Махкамов К.Х. Расчет износостойкости машин. Учебное пособие. [Текст] / К.Х. Махкамов. - Ташкент: Таш ГТУ, 2002. - 144 с. URL: https://www.studmed.ru/view/mahkamov-kh-raschet-iznosostoykosti-mashin-uchebnoe-posobie_c4401fbdf08.html?page=1

19. Лужнов, Ю.М. Основы триботехники: учебное пособие [Текст] / Ю.М. Лужнов, В.Д. Александров; под ред. Ю.М. Лужнова. - М: МАДИ, 2013. - 136 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21663455

ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF ULTRASONIC PARAMETERS ON LUBRICATING PROPERTIES OF ENGINE OILS AND THE WEAR OF ENGINE FRICTION UNITS WHEN ULTRASONIC OIL TREATMENT

Slimdyankin Arkady A., *Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor of the Department of Transport Maintenance (TM), seun2006@mail.ru*

Uspenskiy Ivan A., *Doctor of Technical Science, Full Professor, Head of the Department of TM, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Slyusarev Mikhail N., *Applicant, Department of TM, mark1n87@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *The purpose of this study was to assess the effect of ultrasound frequency on lubricating properties of engine oils and the wear of friction units of engines when ultrasonic treatment of oils.*

Methodology. *The subject of the research was the ultrasonic treatment of engine oils and the changes in the wear of friction units caused by it. The following experiments were carried out: evaluation of the effect of the ultrasound frequency on the change in the surface tension coefficient of motor oils when their ultrasonic treatment; evaluation of the effect of the frequency of ultrasonic treatment of the lubricant on the wear of samples of friction pairs during wear tests of samples on a 2070 SMT 1M friction machine. Ultrasonic treatment of engine oil was carried out using an experimental device for generating ultrasound of variable frequency. The following engine oils were processed: motor oil "Lukoil DIESEL OIL" 10W-40 mineral; motor oil "SHELL Helix HX7 Diesel" 10W-40 semi-synthetic and motor oil "ZIC X7 Diesel" 10W-40 synthetic.*

Results. *Authors got calculated and experimental dependences of the surface tension coefficient on the frequency of an ultrasonic signal for mineral, semi-synthetic and synthetic motor oils, as well as the dependence of the wear factor of samples of friction pairs on the frequency of ultrasound for synthetic engine oil. The frequency range of ultrasound (17-44 kHz) was determined, in which the ultrasonic treatment of synthetic motor oil gave the greatest reduction in the wear of friction pairs.*

Conclusion. *Based on the studies carried out, it is recommended to treat engine oil with ultrasound in the frequency range from 17 to 44 kHz. It is also recommended to continue work on improving the device for generating ultrasound of the optimal frequency and adapting it to the lubrication system of real diesel automotive engines.*

Key words: *engine oil, ultrasound, frequency, surface tension coefficient, wear of friction pairs.*

Literatura

1. Ametov, V.A. Povyshenie ekspluatacionnoj nadezhnosti agregatov avtotransportnyh sredstv putem kontrolya i modificirovaniya smazochnyh masel: diss. ... dokt. tekhn. nauk: 05.22.10 - Tyumen', 2006. – 382sURL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15906954

2. Kadyrov, S.M. Dolgovechnost' avtotraktornyh dvigatelej v usloviyah Srednej Azii / S.M. Kadyrov - Tashkent: Ukituvchi, 1982. - 272 s URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001124911

3. Kargin B.S., Anishenko A.S., Kargin S.B., Khiora V.S., Tkachev R.O., Voronina N.A. Investigation of the vinfluenceofultrasonicvibrationsontheefficiencyoftecnologicallibricants. VistnikPriazovskogoderzhavnogotekhnichnogouniversitetu.Tekhnichninauki = Priazovskiy State Tekhnical University Bulletin/ Engineering. 2015; 30-1:136-140. URL: http://journals/uran.ua/vestnikpgtu_tech/articlt/view/51695

4. A.A. SimdiankinandM.N. Slyusarev.Study of the Influence of the Parametres of Ultrasonic Treament of Motor Oil on the Wear of Friction Paris during the Burn-In Period. /Jornal of Friction and Wear, 2019 Vol. 40, No. 4, pp. 368-373. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41644445

5.SimdiankinA.A.,UspenskyI.A., ByshovN.V.,andSlyusarev.M.N. Effect of Ultrasonic Treatment of the

Lubricating Oil to the Work Units whith the Residual Effects in the Oil./Jornal of Friction and Wear, 2019 Vol. 40, No. 5, pp. 599-606. URL: https://www.researchgate.net/publication/336751729_The_Effect_of_Ultrasonic_Treatment_of_a_Lubricating_Oil_on_the_Operation_of_a_Tribological_Assembly_and_the_Assessment_of_the_Residual_Effects_in_the_Oil

6. Simdyankin, A.A. Ocenka vliyaniya ul'trazvukovoj obrabotki motornogo masla na iznos par treniya pri dlitel'nyh iznosnyh ispytaniyah[/ A.A. Simdyankin, A.M.Davydkin, M.N. Slyusarev, A.M. Zemskov // Vestnik Mordovskogo universiteta, Tom. 28, № 4. 2018. – S.583-602 DOI: https://www.doi.org/10.15507/0236-2910.028.201804.583-602

7. Prakash S., Ghosh A.K. Ultrasonics and colloids. (Monograth).Asia Publishing House, London, 1962. URL: https://openlibrary.org/books/OL272259M/Ultrasonics_and_colloids

8. Denisov A.S., Danilov I.K., Influence of lubrication conditions on the thickness of the oil layer in the connecting rod bearings of the diesel engine. Vistnik SGTU = Saratov State Technical University Bulletin

2005; 1(6): 74-80. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-usloviy-smazki-na-tolschinu-maslyanogo-sloya-v-shatunnyh-podshipnikah-dizelnogo-dvigatelya/viewer

9. Polyushkin, N.G. Osnovy teorii treniya, iznosa i smazki. Uchebnoe posobie [Tekst] / N.G. Polyushkin.- Krasnoyarsk: izd. Krasnoyarsk.gos. agr. un-ta, 2013. - 192 s. URL: http://www.kgau.ru/sveden/2017/mech/metod_350306_16.pdf

10. Vinogradov, G.V. Mekhanizm protivoiznosnogo i antifrikcionnogo dejstviya smazochnyh sred pri tyazhelyh rezhimah granichnoj smazki / G.V. Vinogradov, YU.YA. Polonskij // O prirode treniya tverdyh tel: sbornik nauchnyh trudov. - Minsk: Nauka i tekhnika, 1971. S. 281-304.URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007162801

11.Archbyutt, L.L. Trenie, smazka i smazochnye materialy. Rukovodstvo po teorii i praktike smazki i po metodam ispytaniya smazochnyh materialov / L.L. Archbyutt, R.M. Dilej. -M: Gosgorgeolneftizdat, 1934. - 703 s.URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01009309144

12. Kalmykov, V.V. Issledovanie zavisimosti smazyvaemosti konstrukcionnyh materialov ot velichiny poverhnostnogo natyazheniya masel/ V.V. Kalmykov, D.A. Mel'nikov, M.S. Gorbacheva, A.A. Suhareva// Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2017. – № 6. – S. 47-51. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29767733

13. Zaslavskij, YU.S. Tribologiya smazochnyh materialov / YU. S. Zaslavskij - Moskva: Himiya, 1991. - 240 s.URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001580855

14. Rogachev M.K. Novye himicheskie reageny i sostavy tekhnologicheskih zhidkostej dlya dobychi nefti. - Ufa: Gilem, 1999. 75 s. URL: https://gse.ua/ru/biblioteka/knigi/322-b-m-steshin.html

15. Kragel'skij, I.V. Osnovy raschetov na trenie i iznos /I.V. Kragel'skij, M.N. Dobychin, V.S. Kombalov. – M: Mashinostroenie, 1977. – 526 s. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01007676293

16. Mezhgosudarstvennyj standart GOST 23.224-86 "Obespechenie iznosostojkosti izdelij. Metody ocenki iznosostojkosti vosstanovlennyh detalej" URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-23-224-86

17. Rukovodstvo RD 50-662-88 "Metodicheskie ukazaniya. Metody eksperimental'noj ocenki frikcionnoj sovmestimosti materialov trushchihsya sopryazhenij." / M: Izdatel'stvo standartov, 1988. - 31 s. URL: http://docs.cntd.ru/document/675402208

18. Mahkamov K.H. Raschet iznosostojkosti mashin. Uchebnoe posobie. [Tekst] / K.H. Mahkamov. - Tashkent: Tash GTU, 2002. - 144 s. URL: https://www.studmed.ru/view/mahkamov-kh-raschet-iznosostoykosti-mashin-uchebnoe-posobie_c4401fbdf08.html?page=1

19. Luzhnov, YU.M. Osnovy tribotekhniki: uchebnoe posobie [Tekst] / YU.M. Luzhnov, V.D. Aleksandrov; pod red. YU.M. Luzhnova. - M: MADI, 2013. - 136 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21663455

УДК 637.11:636.034 ***DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.024***

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЪЁМНИКА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

УЛЬЯНОВ Вячеслав Михайлович, *д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технических систем в АПК, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева ulyanov-v@list.ru*

ХРИПИН Владимир Александрович, *канд. техн. наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Академия права и управления ФСИН России, Рязань, khripin@mail.ru*

ЛУЗГИН Николай Евгеньевич, *канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технических систем в АПК, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, nikolay.*

© Ульянов В. М., Хрипин В. А., Лузгин Н. Е., Варавин В. И., Жижнов Д. А., 2021 г.

luzgin@mail.ru

ВАРАВИН Владимир Иванович, *канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета, Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, varawin.vladimir@yandex.ru*

ЖИЖНОВ Денис Алексеевич, *аспирант кафедры технических систем в АПК, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, denis.zhizhnov@gmail.com*

Проблема и цель. *Теоретические исследования направлены на возможность расчета расхода воздуха и мощности пневмодвигателя съемника аппарата с вымени животного.*

Методология. *Холостое доение доильным аппаратом весьма опасно для коров, так как помимо болевых ощущений на сосках вымени часто приводит к заболеваниям животных и их преждевременной выбраковке. Таким образом, важно не только полностью выдоить корову, но и вовремя отсоединить подвесную часть доильного аппарата от вымени животного. Для устранения холостого доения авторами предложена конструкция съемника, обеспечивающего отсоединение подвесной части доильного аппарата от вымени коровы по окончании доения автоматически. Он состоит из пневмодвигателя с редуктором и нити, намотанной на барабан.*

Результаты. *При теоретическом рассмотрении работы съемника аппарата были выявлены аналитические зависимости расхода воздуха пневмодвигателя съемника от частоты вращения ротора пневмодвигателя, количества его лопаток и значения вакуума в вакуумпроводе. Выявлено, что с увеличением вышеуказанных параметров увеличивается и расход воздуха съемником. Авторами также проведены теоретические исследования, в результате которых определен ряд параметров пневмодвигателя: мощность и частота вращения барабана пневмодвигателя в зависимости от размеров барабана, расстояния размещения съемника от пола, угла наклона подвесной части и ее массы.*

Заключение. *Результирующие формулы позволяют определить требуемую мощность на валу барабана и частоту его вращения для съема аппарата с вымени без падения на пол.*

Ключевые слова: *доильный аппарат, вымя, холостое доение, подвесная часть, съемник, пневмодвигатель, барабан, расход воздуха, частота вращения, мощность.*

Введение

Технологический процесс доения коров занимает до 30 % общих затрат труда в молочном производстве. Данный процесс в настоящее время достаточно хорошо механизирован и автоматизирован, однако некоторые операции требуют более тщательной проработки.

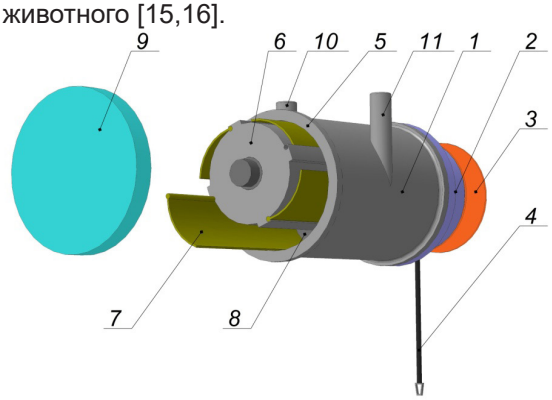
Так, в процессе машинного доения коров достаточно часто возникает такой негативный фактор, как холостое доение. Он вызывает болевые ощущения у животных, стресс, болезни вымени. Снижается молокоотдача и животные недодаиваются. Такие негативные факторы могут вызывать значительный спад по удою, а иногда выбраковку коров [1- 6].

Немаловажным является человеческий фактор, от которого зависит время снятия аппарата с вымени. Автоматическое снятие подвесной части исключит вышеперечисленные негативные факторы. Поэтому оснащение сельскохозяйственных предприятий современной техникой для доения является важной задачей [7-10].

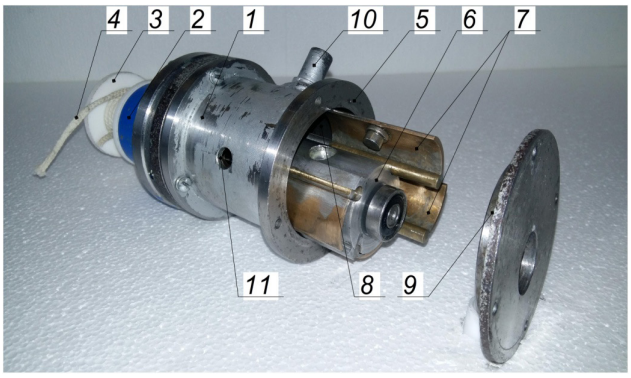
При доении коров линейными установками с молокопроводом необходимо оснащать их съемниками подвесной части для избежания холостого доения [11-14].

На рисунке 1 представлены схема и фото съемника аппарата с вымени животного.

Он состоит из пневмодвигателя 1, планетарного редуктора 2 и барабана 3 с гибкой нитью 4. Пневмодвигатель 1 состоит из корпуса 5, вала 6 с криволинейными лопатками 7. При установке вала 6 в корпус 5 образуются четыре камеры 9, изолированные друг от друга лопатками 7. В корпусе 5 предусмотрены патрубки 10 и 11 соединения с вакуумпроводом и наружным воздухом. За счет перепада давлений в камерах 9 вал 6 с барабаном 3 вращаются, стягивая нитью по окончании молокоотдачи подвесную часть аппарата с вымени животного [15,16].



а



б

1 – пневмодвигатель; 2 – редуктор; 3 – барабан; 4 – шнур; 5 – корпус; 6 – вал; 7 – лопатка; 8 – камера; 9 – крышка; 10,11 – выпускной и впускной патрубки

Рис. 1 – Схема и фото съемника аппарата:
а – разработанная схема;
б – изготовленный образец

При доении коров оператор выполняет подготовительные операции, а после подключения аппарата к вакуумпроводу надевает подвесную часть на соски вымени, распустив шнур 4 съемника.

По окончании молокоотдачи через патрубок 10 разрежение подается в пневмодвигатель. Вследствие перепада давлений вокруг лопаток 7 вал 6 производит вращение барабана 3, наматывая шнур 4. Подвесная часть снимается с вымени животного, поднимается вверх и зависает у вакуумпровода. Применение съемника аппарата исключает влияние человеческого фактора на доение коров при доении на линейных установках [1,2,17].

Цель и задачи исследования

Исходя из вышесказанного, нами был выбран в качестве объекта исследования рабочий процесс съема подвесной части аппарата с вымени коровы. Теоретические исследования направлены на возможность расчета расхода воздуха и мощности пневмодвигателя съемника аппарата с вымени животного.

Методы и материалы

С целью определения расхода воздуха ($Q_в$, м³/с), затрачиваемого на вращение ротора пневматического двигателя съемника, можно воспользоваться следующей известной математической зависимостью, используемой для определения искомого параметра ротационных пневмомашин и аналогичных устройств [18,19,20]

$$Q_в = \psi \cdot p_1 \cdot l \cdot S \cdot z \cdot n, \qquad (1)$$

где ψ – приведенный поправочный коэффициент, который учитывает возможные утечки воздуха пневмодвигателя съемника;

p_1 – некоторая безразмерная величина, которая характеризует возникающий перепад давления в роторной камере, действующего на криволинейную лопатку ротора пневмодвигателя;

l – длина установленного ротора (роторной камеры), м;

S – площадь воображаемого сечения, полученная между поверхностями соседних криволинейных лопаток ротора и роторной камеры в момент отсечки рабочего объема воздуха, м²;

z – количество установленных криволинейных лопаток на роторе пневмодвигателя съемника, шт;

n – рабочая частота вращения ротора пневмодвигателя съемника, об/с.

Величина, характеризующая возникающий перепад давления в роторной камере, действующий на криволинейную лопатку ротора пневмодвигателя, определится как

$$p_1 = \frac{p_б}{p_б - p_в}, \qquad (2)$$

где $p_б$ – действующее барометрическое давление от окружающей среды (атмосферное давление), Па;

$p_в$ – величина подаваемого вакуумметрического давления, Па.

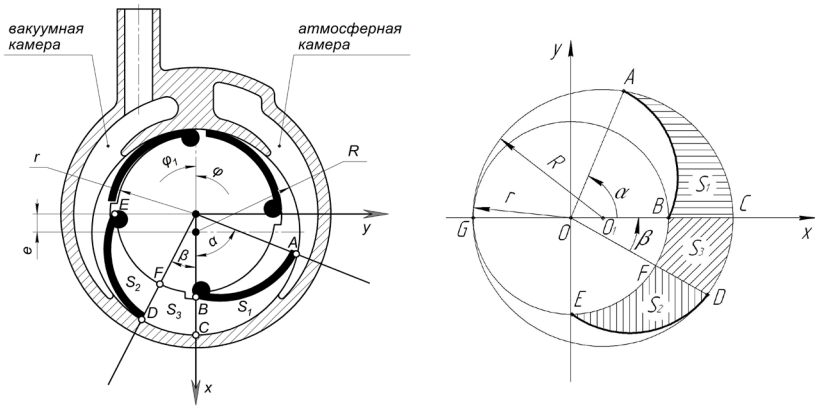
С целью определения площади воображаемого сечения S , соответственно заключенной между поверхностями соседних криволинейных лопаток ротора и роторной камеры в момент отсечки рабочего объема воздуха устройством, рассмотрим следующую расчетную схему предлагаемого ротационного пневмодвигателя съемника (рис. 2).

Определяемая площадь, заключенная между поверхностями соседних криволинейных лопаток ротора и роторной камеры в момент отсечки рабочего объема воздуха (отсечка происходит при одновременном перекрытии впускного и соответственно выпускного окон) на рисунке обозначена латинскими буквами *ACDEFB* . В целях некоторого упрощения поставленной задачи по нахождению расчетной площади полученной фигуры целесообразно разбить ее площадь на составные части, например на три. Первой составной частью будет площадь S_1, которая соответствует фигуре *ABC* , тогда второй составной частью будет площадь S_2 которая соответствует фигуре *DEF* , а третьей составной частью будет площадь S_3 , которая соответствует фигуре *BCDF*.

В итоге расчетная площадь фигуры определится как *ACDEFB*

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \qquad (3)$$

Для дальнейшего решения приведенной задачи необходимо принять следующие допущения: во-первых, криволинейные лопатки ротора имеют нулевую толщину; во-вторых, поперечное сечение ротора пневмодвигателя будет представлять собой окружность с известным радиусом без выступов на роторе; в-третьих, длина дуги криволинейных лопаток ротора и соответственно равна четверти длины окружности ротора.



угол φ и угол φ_1 – являются углами, определяющими положение соответственно впускного окна с патрубком и выпускного; угол α и угол β – являются углами, определяющими соответственно положение криволинейных лопаток ротора и самого ротора съемника в момент отсечки рабочего объема воздуха;
r– радиус окружности ротора с лопатками; R – радиус окружности роторной камеры пневмодвигателя;
e – эксцентриситет ротора и роторной камеры устройства.

Рис. 2 – Рассматриваемая расчетная схема пневмодвигателя съемника

Примем, что точка *O* будет являться началом отсчета. Тогда фигура *BFEG* будет являться окружностью с радиусом *r* и с центром в начале отсчета, то есть в точке O. Пусть фигура *ACDG* будет являться окружностью с радиусом R (R>r) и с центром в точке O_1 (r-R;0) при этом касающаяся первой окружности BFEG в общей точке G(-r;0), которая расположена на оси Ox . Кривая AB − составляет четверть длины окружности с радиусом r, который проходит через точку на оси абсцисс B(r;0), а также и через точку A, которая лежит на окружности большего радиуса (с радиусом R). Кривая ED составляет также четверть длины окружности с радиусом r , который проходит через точку на оси кординат E(0;r) , а также и через точку D, которая лежит на окружности большего радиуса (с радиусом R). Далее ниже по тексту приведены результаты нахождения расчетной площади фигуры ACDEFB .

Итак, площадь первой составной части S_1 определится как

$$S_1 = \frac{1}{2}\int_0^{\alpha_2}\left\{[\rho_1(\varphi)]^2 - [\rho_2(\varphi)]^2\right\}d\varphi = \tag{4}$$

$$= \frac{1}{2}\left(\int_0^{\alpha_2}[\rho_1(\varphi)]^2 d\varphi - \int_0^{\alpha_2}[\rho_2(\varphi)]^2 d\varphi\right) = \frac{1}{2}(I_1 - I_2),$$

где $\rho = \rho_1(\varphi)$ − является полярным уравнением линии AC; $\rho = \rho_2(\varphi)$ является полярным уравнением линии *AB* ; тогда запишем

$$I_1 = \int_0^{\alpha}[\rho_1(\varphi)]^2 d\varphi, \quad I_2 = \int_0^{\alpha}[\rho_2(\varphi)]^2 d\varphi.$$

Далее после определения интегралов, которые входят в вышеприведенное выражение (4) , расчетная формула нахождения площади первой составляющей части S_1 примет следующий вид:

$$S_1 = \frac{R^2\alpha + (R-r)^2\sin\alpha\cos\alpha}{2} +$$
$$+\frac{(R-r)}{2}\left[\sin\alpha\sqrt{R^2-(R-r)^2\sin^2\alpha} + \frac{R^2}{(R-r)}\arcsin\left(\frac{R-r}{R}\sin\alpha\right)\right] +$$
$$+\frac{1}{2}\left\{r^2\alpha + \sin\alpha\left[\left(x_1^2 - y_1^2\right)\cos\alpha + 2x_1y_1\sin\alpha\right]\right\} +$$
$$+\frac{1}{2}\left[(x_1\sin\alpha - y_1\cos\alpha)\sqrt{r^2-\left(x_1^2+y_1^2\right)\sin^2(\alpha-\varphi_1)} + y_1\sqrt{r^2-y_1^2}\right] +$$
$$+\frac{r^2}{2}\left(\arcsin\left[\left(\frac{x_1\sin\alpha - y_1\cos\alpha}{r}\right)\right] + \arcsin\left[\frac{y_1}{r}\right]\right). \tag{5}$$

С целью определения угла α_2 , определяющего положение криволинейной лопатки ротора и самого ротора в момент отсечки подачи атмосферного воздуха в пневмодвигатель (роторную камеру), следует воспользоваться следующими формулами

$$\cos\alpha_2 = \frac{R-r}{\sqrt{2Rr-R^2}}; \quad \sin\alpha_2 = \sqrt{\frac{4Rr=2R^2-r^2}{2Rr-R^2}}. \tag{6}$$

Определим площадь второй составляющей части S_2, используя следующее математическое выражение

$$S_2 = \frac{1}{2}\int_{\frac{\pi}{2}}^{-\beta}\left([\rho_3(\varphi)]^2 - r^2\right)d\varphi, \tag{7}$$

где $\rho = \rho_3(\varphi)$ − является уравнением, представленным в полярных координатах кривой линии ED , представляющей собой четверть длины окружности с радиусом r и с центром, расположенным в точке $(x_2;y_2)$.

Далее после нахождения интегралов, которые входят в математическое выражение (7) , расчетная формула определения площади второй составляющей части S_2 примет следующий вид:

$$S_2 = \cos\beta\cdot\frac{2r^2(R-r)^2}{\left(R^2-2Rr+2r^2\right)^2}\left(R(R-2r)\sin\beta + 2r(R-r)\cos\beta\right) +$$
$$+\frac{1}{2}\left(x_2\sqrt{r^2-x_2^2} - (x_2\sin\beta + y_2\cos\beta)\sqrt{r^2-(x_2\sin\beta+y_2\cos\beta)^2}\right) +$$
$$+\frac{r^2}{2}\left(\arcsin\left(\frac{x_2}{r}\right) - \arcsin\left(\frac{x_2\sin\beta + y_2\cos\beta}{r}\right)\right). \tag{8}$$

С целью определения угла β, который определяет положение криволинейных лопаток ротора и самого ротора в момент начала выпуска атмосферного воздуха пневмодвигателем, а именно из роторной камеры, следует воспользоваться следующими математическими выражениями:

$$\cos\beta = \frac{4Rr - R^2 - 2r^2}{\sqrt{5R^4 - 16R^3r + 24R^2r^2 - 16Rr^3 + 4r^4}};$$
$$\sin\beta = \frac{2R(R-r)}{\sqrt{5R^4 - 16R^3r + 24R^2r^2 - 16Rr^3 + 4r^4}}. \tag{9}$$

Определим площадь третьей составляющей части S_3, используя следующее математическое выражение:

$$S_3 = \frac{1}{2}\int_{-\beta}^{0}\left([\rho_1(\varphi)]^2 - r^2\right)d\varphi. \tag{10}$$

где $\rho = \rho_1(\varphi)$ · является уравнением, представленным в полярных координатах кривой линии CD , представляющей собой четверть длины окружности с радиусом R и с центром, расположенным в точке (R-r;0) .

Затем следует определить значения интегралов, которые входят в математическое выражение(10), чтобы получить окончательно расчетную формулу для вычисления третьей составляющей части S_3

$$S_3 = \frac{R^2-r^2}{2}\arcsin\frac{2R(R-r)}{\sqrt{5R^4-16R^3r+24R^2r^2-16Rr^3+4r^4}} + \frac{(R-r)^2}{2}\sin\beta\cos\beta +$$
$$+\frac{R^2}{2}\arcsin\left(\frac{R-r}{R}\sin\beta\right) + \frac{(R-r)\sin\beta\sqrt{R^2-(R-r)^2\sin^2\beta}}{2}. \tag{11}$$

Итак, полученные расчетные формулы (5),(8) и (11) позволяют определить значения составляющих частей площади воображаемого сечения используемой роторной камеры пневмодвигателя съемника, которая, в свою очередь, определяется

формулой(3) .

Далее, подставив значение площади воображаемого сечения S в математическое выражение (1), можно определить в итоге расход воздуха $Q_в$ роторной камеры пневмодвигателя съемника.

Следует отметить, что потребная мощность N привода барабана предлагаемого пневмодвигателя съемника будет зависеть как от массы используемой подвесной части вакуумного доильного аппарата, так и от скорости подъема подвесной части, которые напрямую влияют на обеспечение условий по безударному снятию аппарата, минуя контакт с полом стойла

$$N \geq \frac{m\sqrt{g^3(h-b)}(1-\cos\varphi_0)}{\cos^2\varphi_0}, \qquad (12)$$

где m – масса используемой подвесной части вакуумного доильного аппарата, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

h – высота установки устройства над полом стойла, м;

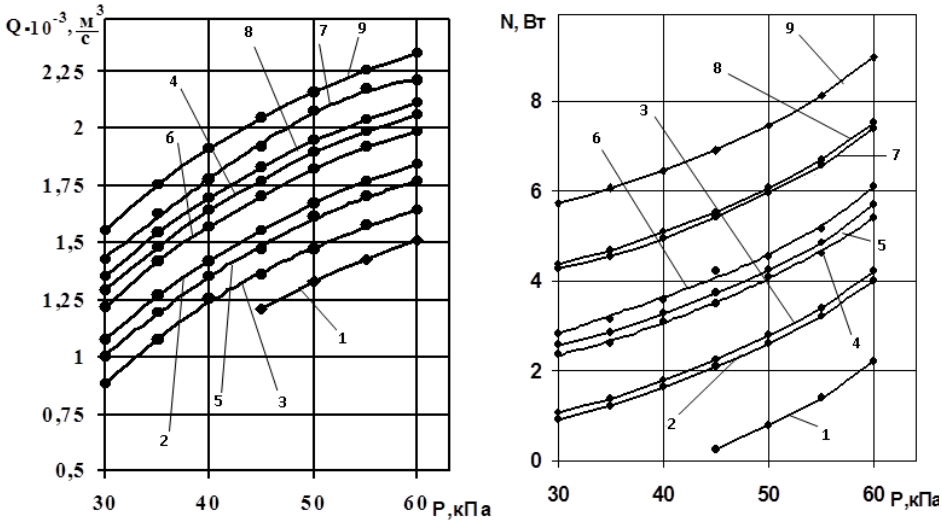
b – минимально образуемое расстояние от пола стойла до подвесной части вакуумного доильного аппарата при ее снятии;

φ_0 – угол, показывающий первоначальное отклонение вакуумного доильного аппарата от мысленно представленной вертикали.

Используя выражение (12), можно производить расчеты по определению потребной мощности N привода барабана предлагаемого пневмодвигателя съемника в целях снятия используемой подвесной части с сосков вымени выдоившегося животного.

Результаты и обсуждение

Проведенные нами лабораторные исследования позволили получить экспериментальные данные, по которым были построены графики расхода воздуха роторной камерой пневмодвигателя и мощности привода барабана в зависимости от значений вакуумметрического давления, подающегося по вакуумпроводу при фиксированных различных значениях диаметров приводного барабана, а также сменяемого выпускного патрубка (рис. 3). Следует отметить, что при проведении исследований приводной барабан у съемника был соединен с валом ротора пневмодвигателя через редуктор планетарного типа с высоким передаточным отношением (1:8).



1 – при D = 16 мм и d = 3 мм;
2 – при D = 16 мм и d = 6 мм;
3 – при D = 26 мм и d = 3 мм;
4 – при D = 16 мм и d = 9 мм;
5 – при D = 36 мм и d = 3 мм;
6 – при D = 26 мм и d = 6 мм;
7 – при D = 26 мм и d = 9 мм;
8 – при D = 36 мм и d =6 мм;
9 – при D = 36 мм и d = 9 мм

Рис. 3 – Построенные по экспериментальным данным графические зависимости расхода воздуха Q роторной камерой и мощности привода барабана *N* съемника от значений вакуумметрического давления *P*

Из графика видно, что увеличение вакуумметрического давления с 30 кПа до 60 кПа приводит к росту расходуемого воздуха Q роторной камерой пневмодвигателя съемника со значения $0{,}88\cdot10^{-3}$м³/с до значения $2{,}33\cdot10^{-3}$ м³/с. При этом характер приведенных графических зависимостей, как видно из рисунка, остается неизменным (постоянным) при использовании различных диаметров приводного барабана и внутренних диаметров сменяемых выпускных патрубков. Также из графика видно, что с ростом Q происходит увеличение потребной мощности *N* приводного барабана со значения 0,25 Вт до значения 8,95 Вт, что можно объяснить ростом величины перепада давления, который действует на криволинейную лопатку ротора в роторной камере пневмодвигателя, приводящего соответственно и к повышению значений крутящего момента на приводном барабане съемника.

Графическая интерпретация выражения (1) для определения зависимости расхода воздуха пневмодвигателем от конструктивных параметров съемника и ее сравнение с полученной экспериментальной зависимостью представлена на рисунке 4.

Корректирующий коэффициент пропорцио-

нальности, который учитывает возможные утечки воздуха из применяемого оборудования, определяли из следующего выражения

$$\psi = \frac{Q_Э}{Q_Т}, \qquad (13)$$

где $Q_Т$ – значение расхода воздуха роторной камерой, которое получено нами по теоретической зависимости (1) , м³/ч;

$Q_Э$ – значение расхода воздуха роторной камеры, которое получено было экспериментальным путем, то есть вычислено нами по уравнению регрессии, м³/ч;

$$Q_Э = -0.00165327 + 0.00006117 \cdot p_в + 0.0003425 \cdot D + \\ + 0.0017174 \cdot d - 0.00000037 \cdot p_в^2 - \\ 0.0000002 \cdot D^2 - 0.0000066 \cdot d^2 - 0.00000017 \cdot p_в D + \\ + 0.00000016 \cdot p_в d - 0.00000029 \cdot Dd, \qquad (14)$$

где D – диаметр приводного барабана съемника, мм; d – внутренний диаметр используемого выпускного патрубка пневмодвигателя, мм.

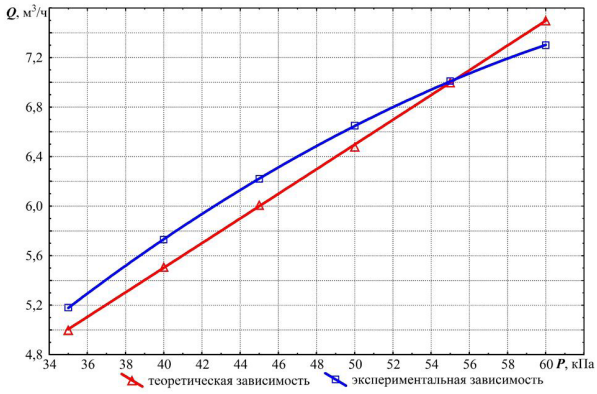


Рис. 4 – Графическая иллюстрация сходимости результатов исследований

Значения расхода воздуха роторной камерой съемника вакуумного доильного аппарата, полученные теоретическим и экспериментальным путем, представлены далее в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Теоретические значения расхода воздуха

№ опыта	Величина вакуума P,кПа	Диаметр ротора 2r, м	Диаметр роторной камеры 2R, м	Длина ротора l, м	Угол φ, град	Угол φ1, град	Число лопаток z, шт	частота вращения ротора n, об/мин	Коэффициент	Расход воздуха Q ·10 $^{-3}$, м³/с
1	35	0,45	0,056	0,06	120	60	4	1000	2,51	1,389
2	40	0,45	0,056	0,06	120	60	4	1000	2,51	1,531
3	45	0,45	0,056	0,06	120	60	4	1000	2,51	1,669
4	50	0,45	0,056	0,06	120	60	4	1000	2,51	1,80
5	55	0,45	0,056	0,06	120	60	4	1000	2,51	1,911
6	60	0,45	0,056	0,06	120	60	4	1000	2,51	2,083

Таблица 2 – Экспериментальные значения по определению расхода воздуха

№ опыта	Величина вакуума P, кПа	Диаметр приводного барабана D, м	Внутренний диаметр сменного выпускного патрубка d, мм	Масса поднимаемого груза m, кг	Расход воздуха Q ·10 $^{-3}$, м³/с
1	35	0,022	0,007	3,4	5,18
2	40				5,73
3	45				6,22
4	50				6,65
5	55				7,01
6	60				7,30

Отметим, что окончательно значение эмпирического корректирующего коэффициента пропорциональности Ψ , который учитывает возможные утечки воздуха из применяемого оборудования, в математической зависимости (1) следует принимать при расчетах равным Ψ = 2,51. Сравнение результатов исследований значения расхода воздуха роторной камерой съемника вакуумного доильного аппарата теоретическим и экспериментальным путем показало высокую их сходимость равную в среднем 96,8 %

Вывод

Проведенными теоретическими исследованиями нами были установлены требуемое значение мощности на привод барабана съемника вакуумного доильного аппарата и необходимое значение

частоты вращения приводного барабана с целью обеспечения условий для безударного снятия аппарата, минуя контакт с полом стойла. Эти параметры зависят от радиуса (диаметра) приводного барабана и высоты установки устройства, а также начального угла отклонения двухтактного вакуумного доильного аппарата от мысленно представленной вертикали и массы используемой подвесной части аппарата. Нами было выявлено, что с увеличением угла отклонения используемого доильного аппарата от мысленно представленной вертикали и высоты подвеса соответственно пневмодвигателя (съемника) значение частоты вращения и значение мощности увеличиваются, при этом с увеличением радиуса приводного барабана устройства значение частоты вращения будет уменьшаться, а мощность привода барабана будет увеличиваться. Было установлено, что расход воздуха роторной камеры пневмодвигателя напрямую зависит от геометрических размеров, величины частоты вращения ротора с криволинейными лопатками, а также от их числа, и величины вакуумметрического давления применяемой доильной установки.

Список литературы

1. M. Wieland, D.V. Nydam, N. Älveby, P. Wood, P.D. Virkler, Teat-end shape and udder-level milking characteristics and their associations with machine milking-induced changes in teat tissue condition, Journal of Dairy Science 101, 11447-11454 (2018) DOI:https://doi.org/10.3168/jds.2019-102-2-1884

2. J. Besier, R.M. Bruckmaier, Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows Journal of Dairy Science 99, 3096-3102 (2016) DOI:http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10340

3. Ivan N. Krasnov, Aleksandra Yu. Krasnova, Valentina V. Miroshnikova The roles of milking motives in cows' milk discharging // EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci. -2018. -№ 12. -P. 83-87. URL:http://www.ejobios.org/article/the-roles-of-milking-motives-in-cows-milk-discharging

4. Britt J.H., Cushman R.A., Dechow C.D., Dobson H., Humblot P., Hutjens M.F. Learning from the future – A vision for dairy farms and cows in 2067. Journal of Dairy Science. 2018;101(5):3722 - 3741. DOI: 10.3168/jds.2017-14025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218301814?via%3Dihub

5. M. Odorcic, U. Blau, J. Löfstrand, R.M. Bruckmaier, Teat wall diameter and teat tissue thickness in dairy cows are affected by intramammary pressure and by the mechanical forces of machine milking, Journal of Dairy Science 103, 884-889 (2020), DOI:https://doi.org/10.3168/jds.2019-16565

6. Lyubimov V.E., Romanov D.V., Tsoi Yu.A., Ziganshin B.G., Sitdikov F.F. Results of application of frequency resonance therapy for treatment of cow mastitis В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. С. 00254. DOI: 10.1051/bioconf/20201700254

7. Оптимизация и модернизация технологических процессов молочных ферм / Ю.А. Иванов, В.К. Скоркин, В.П. Аксенова // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 4. С. 7-15. DOI: https://doi.org/10.34286/1995-4646-2020-73-4-7-15 URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44156495

8. Интеллектуальная система управления и обеспечения эффективного производства продукции молочного скотоводства умной фермы / Ю.А. Иванов, В.К. Скоркин, П.И. Гриднев, Д.К. Ларкин //

Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 1. С. 57-67. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.1.57-67 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37181758

9. Некоторые научные и технологические обоснования и рекомендации для создания молочных фермерских хозяйств / Л.П. Кормановский, Ю.А. Иванов, Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1 (33). С. 21-26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37148310

10. Направления исследований при создании автоматизированных и роботизированных модулей доения коров / Ю.А. Иванов, Л.П. Кормановский, Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 3 (31). С. 15-19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35617609

11. Интеллектуальная сельскохозяйственная техника нового поколения / И.А. Рогов, В.И. Черноиванов, Ю.А. Иванов [и др.] // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2014. № 3 (15). С. 3-65. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24550075

12. Стратегия развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 года / Н.М. Морозов, П.И. Гриднев, И.И. Хусаинов [и др.] // Москва, 2015. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24250769

13. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / Ю.Ф. Лачуга, И.В. Горбачев, А.А. Ежевский [и др.] // Москва, 2012. Том 1/ Растениеводство. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24304065

14. Saving technologies machine milking cattle Magats M.I.

Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2015. № 212-2. С. 21. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25801684

15. Пат. РФ №2534511. Устройство для автоматического снятия доильного аппарата / Ульянов В.М., Коледов Р.В., Хрипин В.А., Медведев Н.А.; – опубл. 27.11.14; Бюл. № 33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35045247

16. Ульянов, В.М. Экспериментальные исследования устройства для автоматического снятия доильного аппарата в лабораторных условиях / Хрипин В.А., Ульянов В.М., Кирьянов А.Ю. [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №1, 2016. – 110 с., с. 91-97 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27238964

17. Обоснование режимных параметров устройства для автоматического снятия с вымени коровы подвесной части доильного аппарата / Ульянов В.М., Хрипин В.А., Коледов Р.В., Кирьянов А.Ю. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №2, 2016. – 125 с., с. 92-95 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30452743

18. Пневмопривод и средства автоматики [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Н.Д. Быстров, Иголкин А.А., Илюхин В.Н., Петренко С.А., Шахматов Е.В. — Самара : Издательство СГАУ, 2006 .— 112 с. — ISBN 978-5-7883-0439-3 .— URL: https://rucont.ru/efd/176209

19. Утолин, В.В. Теоретические предпосылки к расчету процесса "баллонизации" / Утолин В.В., Некрашевич В.Ф., Курочкин А.А. // В сборнике: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П. А. Костычева. ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. Рязань, 1997. С. 152-154. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42388849

20. Khripin V., Ulyanov V., Kiryanov A., Kurochkina E., Cherkashina L. Research of some physical and mechanical characteristics of cow's udder nipples. В сборнике: E3S Web of Conferences. XIII International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020”. 2020. С. 03005. DOI:10.1051/e3sconf/202017503005 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43164252

GROUNDING PARAMETERS OF THE MILKING MACHINE PULLER

Ulyanov Vyacheslav M., *Doctor of Technical Science, Full Professor, Head of the Department of Technical Systems in Agroindustrial Complex, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, ulyanov-v@list.ru*

Khripin Vladimir A. *Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Academy of Law and Management of the Federal Penitentiary Service of Russia, khripin@mail.ru*

Luzgin Nikolay E., *Candidate of Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agroindustrial Complex, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, nikolay.luzgin@mail.ru*

Varavin Vladimir I., *Candidate of Technical Science, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering, Kursk State Agricultural Academy Named after I.I. Ivanov, varawin.vladimir@yandex.ru*

Zhizhnov Denis A., *Post-Graduate Student, Department of Technical Systems in Agroindustrial Complex, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, denis.zhizhnov@gmail.com*

Problem and purpose. *Theoretical studies are aimed at the possibility of calculating the air consumption and the power of the pneumatic motor of the device puller from the udder of the animal.*

Methodology. *Blank milking with a milking machine is very dangerous for cows, since in addition to painful sensations on the udder teats, it often leads to diseases of animals and their premature culling. Thus, it is important not only to milk the cow completely, but also to disconnect the hanging part of the milking machine from the udder of the animal in time. To eliminate blank milking, a puller is proposed that automatically disconnects the hanging part of the milking machine from the udder of the cow at the end of milking. It consists of a pneumatic motor with a gearbox and a thread wound on a drum.*

Results. *When considering the operation of the puller, analytical dependences of the air flow rate of the puller pneumatic motor on the rotational speed of the air motor rotor, the number of its blades and the vacuum value in the vacuum line were revealed. It was found that with an increase in the above parameters, the air consumption of the stripper also increased. There were also studies, as a result of which a number of parameters of the pneumatic motor were determined. They included the power and rotational speed of the drum of the pneumatic motor depending on dimensions of the drum, the distance of the puller from the floor, the angle of inclination of the suspension part and its mass.*

Conclusion. *The resulting formulas make it possible to determine the required power on the drum shaft and its rotation frequency for removing the apparatus from the udder without falling to the floor.*

Key words: *milking machine, udder, blank milking, hanging part, puller, pneumatic motor, drum, air consumption, rotation frequency, power.*

Literatura

1. M. Wieland, D.V. Nydam, N. Älveby, P. Wood, P.D. Virkler, Teat-end shape and udder-level milking characteristics and their associations with machine milking-induced changes in teat tissue condition, Journal of Dairy Science 101, 11447-11454 (2018) DOI:https://doi.org/10.3168/jds.2019-102-2-1884

2. J. Besier, R.M. Bruckmaier, Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows Journal of Dairy Science 99, 3096-3102 (2016) DOI:http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10340

3. Ivan N. Krasnov, Aleksandra Yu. Krasnova, Valentina V. Miroshnikova The roles of milking motives in cows’ milk discharging // EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci. -2018. -№ 12. -R. 83-87. URL:http://www.ejobios.org/article/the-roles-of-milking-motives-in-cows-milk-discharging

4. Britt J.H., Cushman R.A., Dechow C.D., Dobson H., Humblot P., Hutjens M.F. Learning from the future – A vision for dairy farms and cows in 2067. Journal of Dairy Science. 2018;101(5):3722 - 3741. DOI: 10.3168/jds.2017-14025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218301814?via%3Dihub

5. M. Odorcic, U. Blau, J. Löfstrand, R.M. Bruckmaier, Teat wall diameter and teat tissue thickness in dairy cows are affected by intramammary pressure and by the mechanical forces of machine milking, Journal of Dairy Science 103, 884-889 (2020), DOI:https://doi.org/10.3168/jds.2019-16565

6. Lyubimov V.E., Romanov D.V., Tsoi Yu.A., Ziganshin B.G., Sitdikov F.F. Results of application of frequency resonance therapy for treatment of cow mastitis V sbornike: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. S. 00254. DOI: 10.1051/bioconf/20201700254

7. Optimizaciya i modernizaciya tekhnologicheskih processov molochnyh ferm / YU.A. Ivanov, V.K. Skorkin, V.P. Aksenova // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. 2020. № 4. S. 7-15. DOI: https://doi.org/10.34286/1995-4646-2020-73-4-7-15 URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44156495

8. Intellektual'naya sistema upravleniya i obespecheniya effektivnogo proizvodstva produkcii molochnogo skotovodstva umnoj fermy / YU.A. Ivanov, V.K. Skorkin, P.I. Gridnev, D.K. Larkin //

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2019. T. 20. № 1. S. 57-67. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.1.57-67 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37181758

9. Nekotorye nauchnye i tekhnologicheskie obosnovaniya i rekomendacii dlya sozdaniya molochnyh fermerskih hozyajstv / L.P. Kormanovskij, YU.A. Ivanov, YU.A. Coj, V.V. Kirsanov //

Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. 2019. № 1 (33). S. 21-26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37148310

10. Napravleniya issledovanij pri sozdanii avtomatizirovannyh i robotizirovannyh modulej doeniya korov / YU.A. Ivanov, L.P. Kormanovskij, YU.A. Coj, V.V. Kirsanov // Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. 2018. № 3 (31). S. 15-19. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35617609

11. Intellektual'naya sel'skohozyajstvennaya tekhnika novogo pokoleniya / I.A. Rogov, V.I. CHernoivanov, YU.A. Ivanov [i dr.] // Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. 2014. № 3 (15). S. 3-65. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24550075

12. Strategiya razvitiya mekhanizacii i avtomatizacii zhivotnovodstva na period do 2030 goda / N.M. Morozov, P.I. Gridnev, I.I. Husainov [i dr.] // Moskva, 2015. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24250769

13. Sistema mashin i tekhnologij dlya kompleksnoj mekhanizacii i avtomatizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva na period do 2020 goda / YU.F. Lachuga, I.V. Gorbachev, A.A. Ezhevskij [i dr.] // Moskva, 2012. Tom 1/ Rastenievodstvo. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24304065

14. Saving technologies machine milking cattle Magats M.I.

Naukovij visnik NUBiP Ukraïni. Seriya: Tekhnika ta energetika APK. 2015. № 212-2. S. 21. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25801684

15. Pat. RF №2534511. Ustrojstvo dlya avtomaticheskogo snyatiya doil'nogo apparata / Ul'yanov V.M., Koledov R.V., Hripin V.A., Medvedev N.A.; – opubl. 27.11.14; Byul. № 33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35045247

16. Ul'yanov, V.M. Eksperimental'nye issledovaniya ustrojstva dlya avtomaticheskogo snyatiya doil'nogo apparata v laboratornyh usloviyah / Hripin V.A., Ul'yanov V.M., Kir'yanov A.YU. [i dr.] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – №1, 2016. – 110 s., s. 91-97 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27238964

17. Obosnovanie rezhimnyh parametrov ustrojstva dlya avtomaticheskogo snyatiya s vymeni korovy podvesnoj chasti doil'nogo apparata / Ul'yanov V.M., Hripin V.A., Koledov R.V., Kir'yanov A.YU. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – №2, 2016. – 125 s., s. 92-95 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30452743

18. Pnevmoprivod i sredstva avtomatiki [Elektronnyj resurs] : [ucheb. posobie] / N.D. Bystrov, Igolkin A.A., Ilyuhin V.N., Petrenko S.A., SHahmatov E.V. — Samara : Izdatel'stvo SGAU, 2006 .— 112 s. — ISBN 978-5-7883-0439-3 .— URL: https://rucont.ru/efd/176209

19. Utolin, V.V. Teoreticheskie predposylki k raschetu processa "ballonizacii" / Utolin V.V., Nekrashevich V.F., Kurochkin A.A. // V sbornike: Sbornik nauchnyh trudov aspirantov, soiskatelej i sotrudnikov Ryazanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii imeni professora P. A. Kostycheva. FGBOU VO Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P. A. Kostycheva. Ryazan', 1997. S. 152-154. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42388849

20. Khripin V., Ulyanov V., Kiryanov A., Kurochkina E., Cherkashina L. Research of some physical and mechanical characteristics of cow's udder nipples. V sbornike: E3S Web of Conferences. XIII International Scientific and Practical Conference "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020". 2020. S. 03005. DOI:10.1051/e3sconf/202017503005 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43164252

УДК 658.51 DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.025

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

УШАКОВ Олег Валентинович, *канд. с.-х. наук, ст. преподаватель Института подготовки государственных и муниципальных служащих Академии ФСИН России, ovushakov62@mail.ru*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru*

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проблема и цель. *Одним из элементов успешного функционирования организаций в современных условиях рынка является цель – повысить эффективность производственных процессов и конкурентоспособность выпускаемого продукта. При этом многие предприятии задумываются о применении новых инновационных технологий или методик организации производства, в частотности, внедрении концепции «бережливого производства».*

Методология. *«Бережливое производство» в современном варианте – многогранная концепция, насчитывающая более 35 инструментов. Многие из инструментов решают вопрос по сокращению потерь времени на производстве. В качестве одного из вариантов для сокращения времени выполнения операций можно рекомендовать применение комбинированного инструмента.*

Результаты. *Приведено сравнение комбинированного металлорежущего инструмента для нарезания метрической резьбы, М6 шаг1, совмещающего в себе операции по сверлению, нарезанию резьбы и зенкованию отверстий с классической технологией нарезания резьбы, включающей использование таких инструментов, как сверло, метчики (первый и второй номер, М6, шаг1) и обработку края отверстия зенкером. Сравнения проводили при нарезании метрической резьбы в стальной пластине и в профильной трубе. При сравнении оценивались такие показатели, как затраты времени, себестоимость операции и производительность.*

Заключение. *По результатам проведенных сравнений выявилось преимущество комбинированного инструмента, позволившего за одну операцию произвести 3 действия, затратив при этом в среднем 1,5 минуты; та же операция, выполняемая 4-мя инструментами, потребовала более 6 минут. Технологическая себестоимость при использовании комбинированного инструмента была ниже в 1,5 раза, а производительность увеличилась в пять раз.*

Ключевые слова: *«бережливое производство», сверление, нарезка резьбы, комбинированный металлорежущий инструмент, технологическая себестоимость.*

Введение

Внедрение элементов бережливого производства на российских предприятиях не только повышает эффективность управления производственными процессами, но и обеспечивает конкурентоспособность предприятий на Российском и международном рынках.

При модернизации производственной сферы на российских предприятиях часто встречается проблема, связанная с оснащением необходимым оборудованием и оснасткой. Крупные компании основу производственной системы строят согласно концепции массового производства, когда для каждой операции применяется определенный вид оборудования и оснастки. Это позволяет сделать производственную систему более гибкой [3,4]. В настоящее время для решения определенных производственных задач создается необходимое оборудование и оснастка, позволяющая значительно снизить издержки. Анализ зарубежного опыта и складывающихся условий для действующих в России предприятий показывает, что модернизацию производственной системы необходимо проводить на основе узкоспециализированного оборудования и оснастки [2,4,6,8,9].

С середины прошлого века активно развивается концепция «бережливое производство» которая является наиболее эффективной моделью управления, направленной на последовательную рационализацию производственного процесса путем устранения лишних операций и снижения потерь всех видов [1,3,11].

Методы исследований

В России данная концепция начала активно внедряться на крупных и средних предприятиях с конца 90-х - начала 2000-х годов. Для эффективной конкуренции на международных рынках крупные российские компании внедряют концепцию «бережливого производства». Такие компании – нефтехимической, военной и металлургической промышленности, а также судо- и автомобилестроения получают основную прибыль за счет

© Ушаков О. В., Костенко М. Ю., Безносюк Р. В., 2021 г.

массовости выпуска продукции. Успешные Российские компании обновляют производственную систему с учетом концепции «бережливого производства» [1,3,11].

При этом не всегда используется весь доступный арсенал инструментов «бережливого производства» или направленно применяются отдельные инструменты. Последствиями таких действий становится недополучение прибыли, сохранение производительности труда на прежнем уровне, ухудшение социально-экономической обстановки в коллективе предприятия и т.д. [2,3,7,11,13].

Концепция «бережливое производство» предполагает устранение всех видов потерь и сокращение лишних операций, без которых можно обойтись без потери ценности продукции. В настоящее время различают семь видов возможных потерь, один из них – потери времени.

Потери времени из-за ожидания возникают, если сотрудники, технологические операции вынуждены ждать дальнейших действий или частично готовая продукция (детали или сборочные единицы) ожидают на складах временного или промежуточного хранения или, еще хуже, на рабочих местах. Причины возникновения такого рода потерь разные, например, во внутренней среде организации встречаются: плохое планирование работы или несовершенство управления запасами, проблемы коммуникации сотрудников разных подразделений, отсутствие или несвоевременное поступление информации о дальнейших действиях с продукцией. Во внешней среде встречаются следующие причины: необязательность поставщиков, проблемы логистики, низкое качество сырья, требующее замены или предварительной доработки и др. В конечном итоге потери времени неизбежно приводят к вынужденным простоям, которые стоят денег и времени [11,12].

Как один из способов сокращения времени ожидания на выполнение операций на рабочем месте можно порекомендовать применение комбинированного инструмента. Инструменты, состоящие из двух и более одно- или разнотипных инструментов, объединенных в одном корпусе для совмещения нескольких операций или переходов за один проход, называются комбинированными инструментами. Комбинированные инструменты позволяют проводить обработку одновременно нескольких поверхностей. Обработка таким инструментом значительно сокращает время обработки детали и одновременно повышает производительность труда [6,17].

На фото (рис.1) представлен комбинированный инструмент, совмещающий операции сверления, нарезания внутренней резьбы (М6 шаг 1.0) и снятия стружки и фаски с края отверстия. Данный инструмент состоит из сверлящий части, резьбонарезающей части – метчика и зенкующей части –зенкера.

Инструмент выполнен из быстрорежущей стали (HSS HighSpeedSteel) и применяется для нарезания внутренней резьбы.

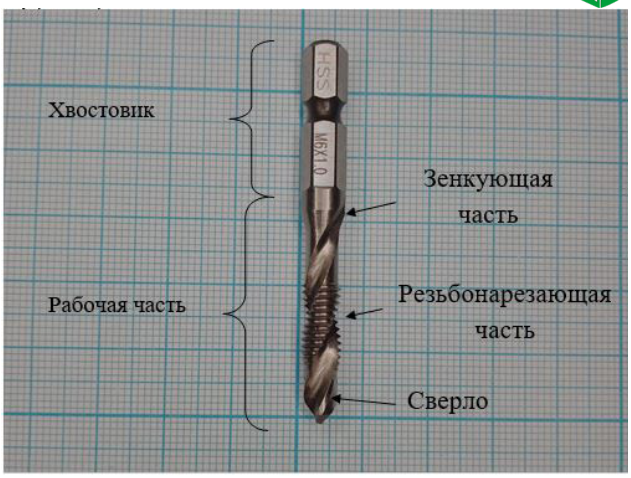


Рис. 1 – Общий вид комбинированного металлообрабатывающего инструмента

Применение данного инструмента возможно при нарезании резьбы в сквозных отверстиях, без принудительной подачи, при условиях, что метчик вступает в работу после выхода вершины сверла из отверстия. Зенковка проводится для снятия заусенцев и стружки с края отверстия с возможным заглублением не более 1-1,5мм.

Для сравнения эффективности данного инструмента с классической схемой были проведены испытания в условиях производства ООО «Максимум ПРО» на сверлильном станке 2М112 (радиальное биение конуса шпинделя 23 мкм, биение патрона 9 мкм; мощность двигателя, установленного на станке 2М122 составляет 0,6 кВт/ч), с хронометражем всех операций и сравнением качества нарезанной резьбы с применением калибр-пробки и анализа шлифа резьбы [2,5,6,10,14].

Классическая схема нарезания резьбы состоит из следующих операций: разметка, кернение, сверление отверстий, нарезание резьбы первым метчиком, нарезание резьбы вторым метчиком, зенковка отверстия. Нарезка отверстий проводилась с применением резьбонарезного патрона со сменными предохранительными головками, останавливающими метчик при увеличении крутящего момента на предохранительной муфте.

Последовательность операций при испытании комбинированного инструмента: разметка, кернение, сверление с нарезкой резьбы и зенковкой.

Для испытаний были взяты: стальная полоса 50х5 Ст3 и профиль стальной 100х100х5 Ст3. Сверление и нарезание резьбы производилось с применением олеиновой кислоты в качестве СОЖ.

После подбора режимов работы предварительно размеченные и накерненные заготовки закреплялись в тиски на станине сверлильного станка для последующего сверления и нарезания 10 отверстий. Отсчет времени начинался с момента установки заготовки в тиски, заканчивался в момент снятия заготовки из тисков. Для статистического анализа брались средние значения по 10 отверстиям.

Рис. 2 – Время нарезания резьбы в полосе 50х5 Ст3 классическим и комбинированным инструментами (мин.)

Диаграмма (рис. 2) показывает хронометраж времени выполнения операции по нарезанию резьбы в полосе 50х5 Ст3. При нарезании резьбы М6х1 классическим инструментом суммарное время составляет 6 мин. 34 с, при этом половина времени уходит на подготовительные операции по смене и настройке инструмента. Время сверления отверстия в полосе составляет 52 с, нарезание резьбы метчиком 1 занимает 1мин. 56с, а нарезание резьбы метчиком 2 – 1 мин 01с, зенкование отверстия занимает 25 с. Комбинированный инструмент выполняет все операции по нарезанию резьбы за 1мин 25 с

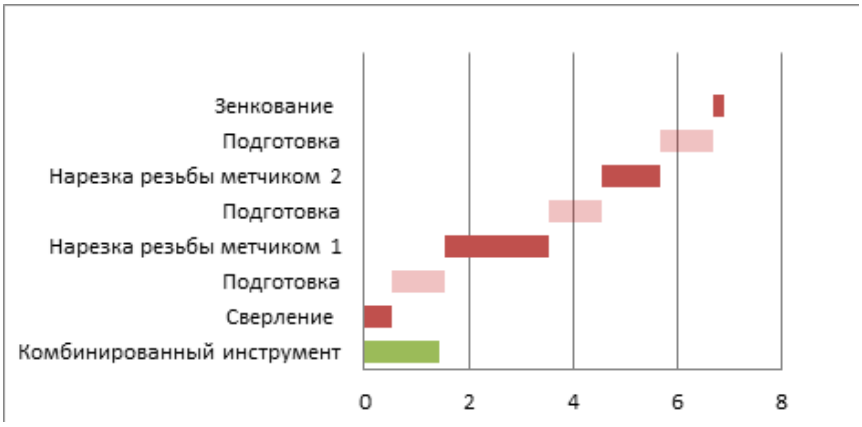
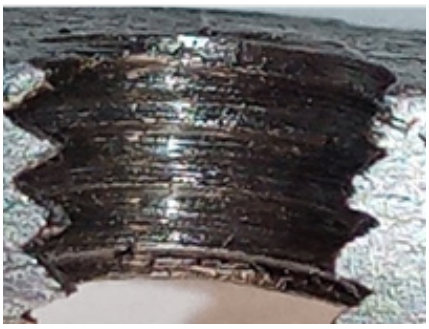


Рис. 3 – Время нарезания резьбы в профильной трубе 100х100х5 Ст3 классическим и комбинированным инструментом (мин)

Хронометраж времени выполнения операции по нарезанию резьбы в профильной трубе 100х100х5 Ст3 отображен на рисунке 3. При нарезании резьбы М6х1 классическим инструментом суммарное время составляет 6 мин. 56 с, при этом половина времени уходит на подготовительные операции по смене и настройке инструмента. Время сверления отверстия в профильной трубе составляет 53 с, нарезание резьбы метчиком 1 занимает 2мин. 02 с, а нарезание резьбы метчиком 2 –1мин 12 с, зенкование отверстия занимает 24 с. Комбинированный инструмент выполняет все операции по нарезанию резьбы за 1мин 43 с.

В обоих вариантах нарезания резьбы комбинированный инструмент показал значительное преимущество по сравнению с классическим инструментом. Разница по времени составила более 5 минут в обоих вариантах.

Резьба нарезанная классическим инструментом



Резьба нарезанная комбинированным инструментом

Рис. 4 – Качество резьб в зависимости от способа обработки

Оценку качества резьбы проводили двумя методами: с применением калибров-пробок для метрических резьб и по профилю резьбы.

Для оценки качества резьбы применяли двусторонний калибр-пробку для метрической резьбы с правым шагом резьбы М6х1 и квалитетом 6Н (ГОСТ 24997-2004, конструкция и основные размеры выполнены по ГОСТ 17756-72. Калибр-пробка М 6.0х1.0 6Н ПР-НЕ; поверка №1233 от 03.06.2020).

Проходной калибр свободно ввинчивается в резьбу, полученную как с помощью классического метода, так и с помощью комбинированного инструмента. Это значит, что наименьший средний диаметр резьбы и наименьший наружный диаметр внутренней резьбы не меньше заданного [1,3,7,8,9].

Свободная свинчиваемость проходного калибра означает, что наименьший средний диаметр резьбы не меньше установленного наименьшего предельного размера, а наружный диаметр внутренней резьбы не меньше наибольшего наружного диаметра наружной резьбы [2,5,7,15,16,18].

При этом непроходной калибр закусывался или ввинчивался на 0,5-1 оборота в резьбу как на пластине 50х5 Ст3, так и на профильной трубе 100х100х5 Ст3., по обоим вариантам нарезания резьбы.

При анализе среза отверстий пластины и профильной трубы можно увидеть и определить соответствие профиля резьбы требованиям, заложенным в ГОСТ24705-2004 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры». Срез отверстий делался абразивным кругом с последующей полировкой среза и чисткой резьбы. Замеры проводили инструментальным способом [5,12,16]. Сравнивая полученные значения, выяснили, что средний диаметр резьбы в отверстиях, нарезанных с применением комбинированного инструмента в обоих вариантах (пластина и профиль) больше, чем задан в ГОСТ, на 0,07мм и больше полученного при нарезании классическим инструментом на 0,01мм.

С экономической точки зрения применение комбинированного инструмента обеспечивает следующие основные преимущества:

– сокращение основного и вспомогательного времени, связанного с позиционированием деталей, подводом инструмента, использованием СОЖ, отводом инструмента, сменой, наладкой и подготовкой инструмента (заточка сверл, зенкера, чистка метчиков и т.д.);

– сокращение количества инструментов, приспособлений, станков и другого оборудования (1 комбинированный инструмент заменял 4 инструмента: сверло, два метчика и зенкер, а также 1 приспособление – резьбонарезной патрон со сменными предохранительными головками);

– сокращение расходных материалов (олеиновая кислота, применяемая при нарезании резьбы, используется в одинаковом объеме, один раз с комбинированным инструментом и 3 раза при нарезании резьбы по классической схеме. Усредненный расход составил 1,7 мл при работе с комбинированным инструментом и 5,2 мл при нарезании резьбы по классической технологии);

– сокращение количества электроэнергии, используемой во время работы оборудования (усредненное время работы станка составило 1мин.20с / 1мин 34с при работе с комбинированным инструментом и 4 мин 43 с / 5 мин при нарезании резьбы по классической технологии);

– повышение качества изготовления деталей (повышение соосности центров отверстий и т.д.);

– повышение производительности труда (технологической и цикловой);

– снижение себестоимости операции и технологической себестоимости.

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле:

ТС=Сз+Са+Сэ+Со+Ср+Сц+См,

где: Сз – затраты на заработанную плату, руб.; в нашем примере одинаковы для всех вариантов опыта;

Са – амортизационные затраты станка, руб.; в нашем примере одинаковы для всех вариантов опыта;

Сэ – эксплуатационные затраты станка, 4,6 руб/кВтч, постановление ГУ РЭК Рязанской области от 17.12.2018 №404;

Со – затраты на приспособление и оснастку, руб.;

Ср – затраты на инструмент, руб.;

Сц – постоянные цеховые расходы, руб.; в нашем примере одинаковы для всех вариантов опыта;

См – расходы сырья, материалов и т.д, руб.; в нашем примере одинаковы для всех вариантов опыта.

Таблица – Сравнение применения комбинированного инструмента для нарезания резьбы с комплектом инструментов для нарезания резьбы.

Вариант		Время работы		Технологическая себестоимость, руб.	Производительность операционная, %
		В среднем 1 отверстие	На 10 отверстий		
Нарезание резьбы в полосе 50х5 Ст3	Комбинированный инструмент	1 мин 25 с	14 мин 10 с	243	523
	Классическое нарезание резьбы	6 мин 34 с	1ч 7 мин. 40 с	346	-

Продолжение таблицы

Нарезание резьбы в профильной трубе 100х100х5 Ст3	Комбинированный инструмент	1 мин 43 с	17 мин 32 с	243	511
	Классическое нарезание резьбы	6 мин 56 с	1ч 12 мин	347	-

При сравнении стоимости инструмента среднестатистический набор из 6 комбинированных инструментов для нарезания резьбы М3х0,5; М4х0,7; М5х0,8; М6х1,0: М8х1,25 и М10х1,5 может стоит столько же, как 1 комплект, состоящий из сверла, двух метчиков и зенковки под резьбу М6х1.

При этом стоимость выполнения операции значительно снижается, а производительность повышается.

Данный инструмент без износа подходит для нарезания резьбы в отверстиях, точно соответствующих заданному размеру. При выявлении несоответствия получаемых размеров резьб заданным и при невозможности восстановления начальных размеров режущих поверхностей такой инструмент подлежит выбраковке или применению для нарезания резьб с меньшими требованиями к точности и качеству резьбы.

Заключение

По результатам проведенных сравнений выявилось преимущество комбинированного инструмента, позволившего за одну операцию произвести 3 действия, затратив при этом в среднем 1,5 минуты (та же операция, выполняемая 4-мя инструментами, потребовала более 6 минут). Технологическая себестоимость при использовании комбинированного инструмента была ниже в 1,5 раза, а производительность увеличилась в пять раз. Применение данного комбинированного инструмента и подобных ему даст экономию времени в автосервисах и организациях, занимающихся монтажом металлоконструкций для восстановления резьбовых соединений или нарезки резьбы с учетом местных размеров. Можно рекомендовать также применение данного инструмента при обслуживании техники в полевых условиях.

Список литературы

1.Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Вумек Д., Джонс Д.// - М.: Альпина Бизнес Букс, 2005; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006562413

2.Бурков, А. А. Металлорежущие станки : учебное пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, С. В. Виноградов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Комсомольский-на-Амуре гос. технический ун-т" [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре : ИНИТ, КнАГТУ, 2007(Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре гос. технический ун-т). - 109 с. : ил., табл.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003116971

3.. Даниленко, А.Э. Бережливое производство как концепция развития производственных систем / В сборнике: Наука. Технологии. Инновации. // Сборник научных трудов: в 9 частях. 2015. С. 153-155. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25674616

4.Епифанов, В. В. Исследование и синтез технологических структур металлорежущих станков с ЧПУ / В. В. Епифанов, В. В. Ефимов ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Ульяновский гос. технический ун-т. - Ульяновск : Ульяновский гос. технический ун-т, 2006. - 141 с. : ил., табл.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003091249

5.Козловский, Н. С.Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения: Учебник для учащихся техникумов,— М.: Машиностроение, 1979. — 224 с.URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01007809355

6.Краткий справочник металлиста / А. Е. Древаль [и др.] ; под общ. ред. А. Е. Древаля, Е. А. Скороходова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2005. - 959 с. : ил., табл.; 24 см.;URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01002592878

7.Макарова, О. А. Лабораторный практикум по дисциплине "Технологические процессы в машиностроении" :учебое пособие / О. А. Макарова, А. А. Кожевникова А. И. Банников ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград :ВолгГТУ, 2019. - 125, [1] с. : ил., табл.; URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41415748

8.Машиностроение .Mechanicalengineering : Энциклопедия : В 40 т. / Редсовет: Фролов К. В., пред. и др. - 2. изд., испр. - М. : Машиностроение, 2002-____. - 24 см. Т. IV-7: Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование / [Б. И. Черпаков и др.]; Ред.-сост. Б. И. Черпаков; Отв. ред. П. Н. Белянин; Ред. тома: З. М. Левина [и др.]. - 2002. - 864 с. : ил.; URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01000853671

9.Нодельман, М. О. Механообработка резанием. Основы теории и практика [Текст] : монография / М. О. Нодельман. - 2-е изд., изм. и инновационно доп. - Челябинск : Челябинский Дом печати, 2018. - 175 с. : ил.; URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01009692410

10.Основы метрологии,стандартизации и сертификации: учебное пособие / А.И. Аристов, Т.М. Раковщик. – М.,МАДИ 2013. – 200 с.URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01009592427

11.Проблемы внедрения концепции «бережливого производства» / Ушаков О. В. // Уголовно-исполнительная система на современном этапе и перспективы ее развития : сб. тез. выступлений и докладов участников Междунар. науч.-практ. конф. (Рязань, 18–19 нояб. 2020 г.) : в 6 т. – Рязань : Академия ФСИН России, 2020. ISBN 978-

5-7743-0969-6 Т. 6 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Обеспечение экономической безопасности правоохранительными органами государства: вопросы когерентности экономики, управления и права». – 2020. – 281 с.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18304301

12.Проектирование металлорежущего инструмента: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / [Е. Н. Трембач и др.]. - Йошкар-Ола : Марийский гос. технический ун-т, 2008. - 430 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-8158-0624-5 (В пер.) URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01004149394

13.Формообразующие инструменты машиностроительных производств : инструменты общего назначения : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"; "Автоматизированные технологии и производства" / В. А. Гречишников [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Старый Оскол : Тонкие Наукоемкие Технологии, 2008. - 431 с. : ил., табл.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003497850

14.Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : [Учеб. для машиностроит. и для машиностроит. и приборостроит. спец. вузов] / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1986. - 350,[1] с. : ил.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001307824

15.Armarego E. J. A., Karri V., Smith A. J. R. Fundamentalstudiesofdrivenandself-propelledrotarytoolcuttingprocesses—II. Experimentalinvestigation //InternationalJournal of Machine Tools and Manufacture. – 1994. – Т. 34. – №. 6. – С. 803-815. URL:https://www.researchgate.net/scientific-contributions/EJA-Armarego-72629110

16. de Oliveira F. B. et al. Sizeeffectandminimum chip thickness inmicromilling //International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2015. – Т.89. – С. 39-54.URL: https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2014.11.001

17.Gurtyakov A. M., Babaev A. S., Chudinova A. I. Kinematic Analysis ofRotary Deep-Depth Turning Parameters //IOP Conference Series: Materials Science andEngineering. – IOP Publishing, 2016. – Т. 124. – №. 1. – С. 012156. URL:https://www.researchgate.net/publication/301571364_Kinematic_Analysis_of_Rotary_Deep-Depth_Turning_Parameters

18.Savas V., Ozay C. Analysis of the surface roughness of tangential turnmilling for machining with end milling cutter //Journal of Materials ProcessingTechnology. – 2007. – Т. 186. – №. 1. – С. 279-283.URL:https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33340259

EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE COMBINED METAL CUTTING TOOL

Ushakov Oleg V.,*Cand. Agricultural Sciences, Senior Lecturer at the Institute for the Training of State and Municipal Employees of the Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan, Russian Federation, e-mail: ovushakov62@mail.ru*

Kostenko Mikhail Yu., *Dr. Sci., Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru*

Beznosyuk Roman V.,*Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, romario345830@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

Problem and purpose. *One of the elements of the successful functioning of organizations in modern market conditions is the goal - to increase the efficiency of production processes and the competitiveness of the product. At the same time, many enterprises are thinking about the use of new innovative technologies or methods of organizing production, in frequency the introduction of the concept of "lean production". Methodology. "Lean Manufacturing" in its modern version is a multifaceted concept with more than 35 tools. Many of the tools address the issue of reducing lost time in production. One of the options for reducing the time for performing operations can be recommended using a combined tool.*

Results. A *comparison is given of a combined metal-cutting tool for cutting metric threads, M6 step1, which combines the operations of drilling, threading and countersinking holes with the classic threading technology, including the use of tools such as a drill, taps (first and second number, M6, step1) and processing the edge of the hole with a countersink. Comparisons were made when cutting metric threads in a steel plate and in a profile pipe. The comparison evaluated metrics such as time required, cost of operation, and productivity.*

Conclusion. *According to the results of the comparisons, the advantage of the combined tool was revealed, which made it possible to perform 3 actions in one operation while spending an average of 1.5 minutes (the same operation performed by 4 tools required more than 6 minutes), the technological cost when using the combined tool was 1.5 times lower, and the productivity increased five times.*

Key words: "*lean manufacturing", drilling, threading, combined metal-cutting tool, technological cost*

Literatura

1.Berezhlivoe proizvodstvo. Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya procvetaniya vashej kompanii / Vumek D.,

Dzhons D.// - M.: Al'pina Biznes Buks, 2005; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01006562413

2.Burkov, A. A. Metallorezhushchie stanki : uchebnoe posobie / A. A. Burkov, E. B. SHCHelkunov, S. V. Vinogradov ; M-vo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii, Federal'noe agentstvo po obrazovaniyu, Gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya "Komsomol'skij-na-Amure gos. tekhnicheskij un-t" [i dr.]. - Komsomol'sk-na-Amure : INIT, KnAGTU, 2007(Komsomol'sk-na-Amure : Komsomol'skij-na-Amure gos. tekhnicheskij un-t). - 109 s. : il., tabl.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003116971

3.Danilenko, A.E. Berezhlivoe proizvodstvo kak koncepciya razvitiya proizvodstvennyh sistem / V sbornike: Nauka. Tekhnologii. Innovacii. // Sbornik nauchnyh trudov: v 9 chastyah. 2015. S. 153-155. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25674616

4.Epifanov, V. V. Issledovanie i sintez tekhnologicheskih struktur metallorezhushchih stankov s CHPU / V. V. Epifanov, V. V. Efimov ; Federal'noe agentstvo po obrazovaniyu, Gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya, Ul'yanovskij gos. tekhnicheskij un-t. - Ul'yanovsk : Ul'yanovskij gos. tekhnicheskij un-t, 2006. - 141 s. : il., tabl.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003091249

5.Kozlovskij, N. S.Osnovy standartizacii, dopuski, posadki i tekhnicheskie izmereniya: Uchebnik dlya uchashchihsya tekhnikumov,— M.: Mashinostroenie, 1979. — 224 s.URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01007809355

6.Kratkij spravochnik metallista / A. E. Dreval' [i dr.] ; pod obshch. red. A. E. Drevalya, E. A. Skorohodova. - 4-e izd., pererab. i dop. - M. : Mashinostroenie, 2005. - 959 s. : il., tabl.; 24 sm.;URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01002592878

7.Makarova, O. A. Laboratornyj praktikum po discipline "Tekhnologicheskie processy v mashinostroenii" :ucheboe posobie / O. A. Makarova, A. A. Kozhevnikova A. I. Bannikov ; Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. - Volgograd :VolgGTU, 2019. - 125, [1] s. : il., tabl.; URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41415748

8.Mashinostroenie .Mechanicalengineering : Enciklopediya : V 40 t. / Redsovet: Frolov K. V., pred. i dr. - 2. izd., ispr. - M. : Mashinostroenie, 2002-____. - 24 sm. T. IV-7: Metallorezhushchie stanki i derevoobrabatyvayushchee oborudovanie / [B. I. CHerpakov i dr.]; Red.-sost. B. I. CHerpakov; Otv. red. P. N. Belyanin; Red. toma: Z. M. Levina [i dr.]. - 2002. - 864 s. : il.; URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01000853671

9.Nodel'man, M. O. Mekhanoobrabotka rezaniem. Osnovy teorii i praktika [Tekst] : monografiya / M. O. Nodel'man. - 2-e izd., izm. i innovacionno dop. - CHelyabinsk : CHelyabinskij Dom pechati, 2018. - 175 s. : il.; URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01009692410

10.Osnovy metrologii,standartizacii i sertifikacii: uchebnoe posobie / A.I. Aristov, T.M. Rakovshchik. – M.,MADI 2013. – 200 s.URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01009592427

11.Problemy vnedreniya koncepcii «berezhlivogo proizvodstva» / Ushakov O. V. // Ugolovno-ispolnitel'naya sistema na sovremennom etape i perspektivy ee razvitiya : sb. tez. vystuplenij i dokladov uchastnikov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Ryazan', 18–19 noyab. 2020 g.) : v 6 t. – Ryazan' : Akademiya FSIN Rossii, 2020. ISBN 978-5-7743-0969-6 T. 6 : Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Obespechenie ekonomicheskoj bezopasnosti pravoohranitel'nymi organami gosudarstva: voprosy kogerentnosti ekonomiki, upravleniya i prava». – 2020. – 281 s.URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18304301

12.Proektirovanie metallorezhushchego instrumenta: uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchayushchihsya po napravleniyu podgotovki diplomirovannyh specialistov "Konstruktorsko-tekhnologicheskoe obespechenie mashinostroitel'nyh proizvodstv" / [E. N. Trembach i dr.]. - Joshkar-Ola : Marijskij gos. tekhnicheskij un-t, 2008. - 430 s. : il., tabl.; ISBN 978-5-8158-0624-5 (V per.) URL:https://search.rsl.ru/ru/record/01004149394

13.Formoobrazuyushchie instrumenty mashinostroitel'nyh proizvodstv : instrumenty obshchego naznacheniya : uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchayushchihsya po napravleniyam podgotovki: bakalavrov i magistrov "Tekhnologiya, oborudovanie i avtomatizaciya mashinostroitel'nyh proizvodstv" i diplomirovannyh specialistov "Konstruktorsko-tekhnologicheskoe obespechenie mashinostroitel'nyh proizvodstv"; "Avtomatizirovannye tekhnologii i proizvodstva" / V. A. Grechishnikov [i dr.]. - Izd. 2-e, pererab. i dop. - Staryj Oskol : Tonkie Naukoemkie Tekhnologii, 2008. - 431 s. : il., tabl.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003497850

14.YAkushev, A. I. Vzaimozamenyaemost', standartizaciya i tekhnicheskie izmereniya : [Ucheb. dlya mashinostroit. i dlya mashinostroit. i priborostroit. spec. vuzov] / A. I. YAkushev, L. N. Voroncov, N. M. Fedotov. - 6-e izd., pererab. i dop. - M. : Mashinostroenie, 1986. - 350,[1] s. : il.; URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001307824

15.Armarego E. J. A., Karri V., Smith A. J. R. Fundamentalstudiesofdrivenandself-propelledrotarytoolcutting processes—II. Experimentalinvestigation //InternationalJournal of Machine Tools and Manufacture. – 1994. – T. 34. – №. 6. – S. 803-815. URL:https://www.researchgate.net/scientific-contributions/EJA-Armarego-72629110

16.de Oliveira F. B. et al. Sizeeffectandminimum chip thickness inmicromilling //International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2015. – T.89. – S. 39-54.URL: https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2014.11.001

*17.Gurtyakov A. M., Babaev A. S., Chudinova A. I. Kinematic Analysis ofRotary Deep-Depth Turning Parameters //IOP Conference Series: Materials Science andEngineering. – IOP Publishing, 2016. – T. 124. – №. 1. – S. 012156. URL:https://www.researchgate.net/publication/301571364_Kinematic_Analysis_of_*

Rotary_Deep-Depth_Turning_Parameters
18.Savas V., Ozay C. Analysis of the surface roughness of tangential turnmilling for machining with end milling cutter //Journal of Materials ProcessingTechnology. – 2007. – Т. 186. – №. 1. – S. 279-283.URL:https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33340259

УДК 620.197 **DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.026**

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ДОРОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ПЛЕНКИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ

ФАДЕЕВ Иван Васильевич, *д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой машиноведения, Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

Проблема и цель. *Для достижения цели исследования и ответа на поставленные вопросы было проведено изучение влияния компонентов загрязнения поверхности автомобильной дороги на влагопоглощение пленки пластизольной мастики Д-11А, которое влияет на долговечность ее защитных свойств.*

Методология. *Пробы загрязнений дорожной поверхности показали, что основными коррозионно-агрессивными компонентами в них являются ионы хлора* Cl^-*, аммония* NH_4^+*, нитратов* NO_3^- *и сульфатов* SO_4^{2-}*. Одним из основных свойств противокоррозионной пленки является сплошность, т.е. отсутствие в структуре микро- и макропор, о чем можно судить по ее влагопоглощению. Влияние выявленных компонентов на влагопоглощение пластизольной пленки исследовали по методу многофакторного эксперимента плана N = 2⁴. Последовательность проведения экспериментов была следующей: на аналитических весах ВЛА-200 г-М с точностью 0,0001 г взвешивали подготовленные образцы из стали 08кп до и после нанесения покрытия, высушивали и помещали в химические стаканы емкостью 900 мл с 16 вариантами растворов. Растворы готовили исходя из концентрации активных ионов загрязнений, растворяя в 1 л дистиллированной воды NaCl – 1,404 г,* NH_4OH *– 0,0068 г,* $NaNO_3$ *– 0,051 г,* Na_2SO_4 *– 0,3905 г. Через 24, 72, 120 и 240 ч образцы вынимали из растворов, высушивали, взвешивали и гравиметрическим методом определяли влагопоглощение пленки.*

Результаты. *По результатам экспериментов были получены уравнения зависимости влагопоглощения от коррозионно-активных компонентов загрязнения дорожной поверхности.*

Заключение. *Анализ уравнений показал, что при одиночном воздействии факторов на влагопоглощение наибольшее влияние оказывают ионы* Cl^- *и* SO_4^{2-} *Ионы* NH_4^+ *и* NO_3^- *менее агрессивны к защитной пленке. Сочетание ионов хлора и сульфатов повышает влагоемкость пленки. Ионы нитратов и сульфатов частично тормозят влагопоглощение пленки, а в сочетании с ионами* Cl^- *существенно повышают влагоемкость покрытий.*

Ключевые слова: *коррозия кузова, загрязнения дорожной поверхности, пленка противокоррозионного состава, влагопоглощение, многофакторный эксперимент.*

Проблема и цель

Коррозионное разрушение металлических конструкций, в том числе и кузовов автомобилей, является одной из самых коварных разновидностей разрушения [1, 2]. Коррозия не всегда носит открытый характер, иногда она не видна на первый взгляд, особенно, когда протекает под лакокрасочными или противокоррозионными покрытиями. Хотя человечество имеет существенные достижения в борьбе против коррозии, но убытки от нее все еще огромны, потому что общие потери от коррозии складываются из прямых и косвенных потерь [3, 4]. Прямые потери – это потери металла от коррозии. Коррозия ежегодно «съедает» более 10 % ежегодно выплавляемого металла [5, 6]. Косвенные потери – это потери по причине поломки и простоя оборудования и машин, связанных с коррозией; нарушения технологии производственных процессов; аварий; снижения качества выполнения работ в соответствии с функциональным назначением машин; негативного влияния коррозии на окружающую среду и здоровье людей и другие [7, 8].

Проблема борьбы с коррозией особенно актуальна в АПК, автотранспортной отрасли, в том числе в системе сервисного обслуживания. Имеется информация [9, 10], что вследствие коррозионного разрушения мест крепления имели место случаи вырывания заднего моста от кузова при экстренном торможении, разрывания кузова на несколько частей при ДТП и т.д.

Кузов является базовой деталью легкового автомобиля. От его состояния и противокоррозионной стойкости зависит безопасность и долговечность автомобиля в целом [11. 12]. Но, к сожалению, первые очаги коррозии на кузове нового автомобиля обнаруживаются уже на третьем году

© Фадеев И. В., 2021 г.

эксплуатации, а коррозионные разрушения несущих элементов и лонжеронов проявляются на четвертом-пятом году после начала эксплуатации [13, 14]. Коррозионные разрушения кузовов автомобилей обосновываются различными объективными и субъективными причинами, к числу которых можно отнести конструкцию самого кузова, насыщенного множеством полых элементов, щелей и зазоров – идеальных мест для протекания процессов коррозии [15, 16, 17]; коррозионно-агрессивные загрязнения поверхности автомобильных дорог, атмосферы; химические реагенты, используемые в качестве противообледенителей дорог в осенне-зимний период эксплуатации; нарушение требований технологии нанесения покрытий, вызывающих подпленочную коррозию [18, 19] и т.п. На такие нижние элементы кузова, как днище, пороги, арки колес, в процессе движения автомобиля воздействуют твердые частицы, выбрасываемые колесами, которые совместно с другими коррозионно-агрессивными реагентами загрязнения дорог вызывают разрушение защитной и лакокрасочной пленки [20].

В связи с вышеизложенным исследования, связанные с защитой от коррозии кузовов автомобилей, являются остро востребованными и актуальными.

Цель исследования: определение степени воздействия реагентов загрязнения автомобильной дороги на влагопоглощение пленки противокоррозионного покрытия в условиях эксплуатации автомобиля.

Методология

Покрытия и детали кузова автомобиля в процессе эксплуатации подвержены действию коррозионно-агрессивных компонентов загрязнений дорожной поверхности. Исследования их проб, взятых на пересечении улиц К. Маркса и Дзержинского г. Чебоксары с ноября 2017 года по март 2018 года, показали, что основными компонентами в них являются ионы хлора Cl^-, аммония NH_4^+, нитратов NO_3^- и сульфатов SO_4^{2-} (табл. 1). Выбор места отбора проб объясняется тем, что пересечение улиц К. Маркса и Дзержинского г. Чебоксары характеризуется низменной местностью, где концентрируются загрязнения дорожной поверхности, стекая вместе с талой водой.

Таблица 1 – Содержание загрязняющих компонентов в водной среде дорожной поверхности, мг-экв/дм³

№ п/п	Наименование компонентов дорожного загрязнения	2017 год		2018 год			Среднее
		ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	
1	Ионы хлора (Cl^-), x_1	5,18	5,57	5,51	5,42	5,82	5,50
2	Ионы аммония (NH_4^+), x_2	0,25	0,26	0,42	0,52	0,55	0,40
3	Ионы нитратов (NO_3^-), x_3	5,00	5,30	6,20	6,50	7,0	6,0
4	Ионы сульфатов (SO_4^{2-}), x_4	22,0	23,2	24,1	24,7	26,0	24,0

В настоящее время наиболее используемым способом защиты изделий из черного металла от коррозионного разрушения является способ нанесения на поверхности изделий лакокрасочных и противокоррозионных композиций [21]. Одним из основных свойств пленки противокоррозионных составов является ее сплошность, т.е. отсутствие в ее структуре микро- и макропор, о чем можно судить по ее влагопоглощению [22, 23], в связи с чем мы исследовали зависимость влагопоглощения противокоррозионной пленки от ингредиентов загрязнения автомобильной дороги. Исследования проводили методом многофакторного эксперимента плана $N = 2^4$ [24, 25], что дает возможность получить несколько серий величин искомых показателей при изменении варьируемых переменных. В качестве противокоррозионного состава использовали «Пластизоль Д-11А».

Варьирование переменных производилось на двух уровнях (табл. 2), условно обозначаемых «+1» и «-1» или символами «+» и «-» (матрица плана).

Таблица 2 – Основной уровень и варьирование концентраций ингредиентов x_1, x_2, x_3, x_4

Показатели	Концентрация, г/л			
	x_1, Cl^-	x_2, NH_4^+	x_3, NO_3^-	$x_4 SO_4^{2-}$
Основной уровень	5,5	0,40	6,0	24,0
Интервал варьирования	0,32	0,15	1,0	2,0
Нижний уровень «−»	5,18	0,25	5,0	27,0
Верхний уровень «+»	5,82	0,55	7,0	26,0

Эксперименты проводили в следующей последовательности:

1) предварительно подготовленные образцы из стали 08кп взвешивались до нанесения покрытия и после нанесения с высушенной защитной пленкой на аналитических весах ВЛА-200 г-М с точностью 0,0001 г;

2) согласно плану эксперимента готовились

16 вариантов растворов в химических стаканах емкостью 900 мл, куда помещались испытуемые образцы. Количество параллельных опытов в каждом варианте было по 3; Растворы готовили исходя из максимально возможных значений концентраций активных ионов загрязнений. Для этого в 1л дистиллированной воды растворяли:

- аммиачной воды NH_4OH – 0,0068 г;
- хлорида натрия NaCl – 1,404 г;
- сульфата натрия Na_2SO_4 – 0,3905 г;
- нитрата натрия $NaNO_3$ – 0,051 г.

3) взвешивание образцов проводилось через 24, 72, 120 и 240 ч испытаний;

4) после выемки из растворв поверхности образцов сушились фильтровальной бумагой;

5) высушенные образцы взвешивались;

6) определялось влагопоглощение пленки защитного покрытия гравиметрическим методом по формуле [8]:

$$B = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \cdot 100\%$$

где M_1 – масса образцов до эксперимента, г;

M_2 – масса образцов после эксперимента, г.

Выбор марки стали для экспериментов обосновывается тем, что для изготовления кузовов отечественных автомобилей в основном применяют листы толщиной 0,5-1,5 мм из стали 08кп [5].

Результаты

В качестве примера в таблице 3 приведены результаты экспериментов, проведенных с выдержкой образцов в течение 24 ч. Аналогичные результаты были получены по экспериментам, проведенным с выдержкой образцов в растворах в течение 72, 120 и 240 ч.

Таблица 3 – Исследование пленки противокоррозионного покрытия на влагопоглощение методом постановки многофакторного эксперимента (через 24 часа)

№п/п	Номера выхода			Среднее значение	Построчная дисперсия	Функция отклика после исключения незначимых членов уравнения регрессии
	1	2	3			
1	1,7221	2,1415	1,6551	1,8396	0,2636	1,8815
2	3,0053	2,6973	2,7677	2,8234	0,1614	2,8797
3	1,6144	1,9332	1,7536	1,7671	0,1598	1,5825
4	1,6725	2,3571	1,9756	2,0017	0,3430	2,0245
5	1,9374	1,7105	1,4117	1,6865	0,2637	1,5588
6	1,4831	1,5331	1,3001	1,4388	0,1227	1,5744
7	1,4715	2,0351	1,4105	1,6390	0,3444	1,6877
8	1,2115	1,6017	0,6075	1,1402	0,5009	1,1472
9	1,5851	2,0554	1,8157	1,8187	0,2352	1,7564
10	2,4225	2,3215	2,2117	2,3186	0,1054	2,2827
11	1,2275	1,5117	1,0178	1,2523	0,2479	1,4573
12	1,7391	1,5002	1,1725	1,4706	0,2845	1,4275
13	0,9957	0,7279	0,7177	0,8138	0,1576	0,9618
14	1,1200	1,3003	2,3955	1,6053	0,6903	1,4493
15	1,0317	1,6221	0,8257	1,1598	0,4134	1,0908
16	1,2027	0,9277	0,8956	1,0087	0,1688	1,0221

Статистическую обработку результатов выполняли по методике, приведенной в [24, 25], с использованием полинома первой степени:

$$y = в_0 + в_1 x_1 + \ldots + в_n x_n + в_{12} x_1 x_2 + в_{13} x_1 x_3 + \\ + \ldots + в_{12\ldots n} x_1 x_2 \ldots x_n,$$

где y – выходной параметр изучаемого процесса;

$в_0, в_1, в_2, \ldots, в_{12}, в_{13}, \ldots, в_{12\ldots n}$ – коэффициенты уравнения;

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ – обозначения ингредиентов загрязнения дорожной поверхности (факторы).

Зависимость влагопоглощения пленки пластизольной мастики от коррозионно-активных ингредиентов загрязнения дорожной поверхности и их сочетаний выражается уравнениями:

Через 24 часа:

$Y = 1{,}8815 + 2{,}8797\ x_1 - 1{,}5825\ x_2 - 2{,}0245\ x_3 + 1{,}5588\ x_4 - 1{,}5744\ x_1x_2 - 1{,}6877\ x_1x_3 + 1{,}1472\ x_2x_3 + 1{,}7564\ x_1x_4 - 2{,}2827\ x_2x_4 + 1{,}4573\ x_3x_4 - 1{,}4275\ x_1x_2x_3 - 0{,}9618\ x_1x_2x_4 + 1{,}4493\ x_1x_3x_4 + 1{,}0908\ x_2x_3x_4 - 1{,}0221\ x_1x_2x_3x_4$

Через 72 часа:

$Y = 2{,}2654 + 0{,}1463\ x_1 - 0{,}2675\ x_2 - 0{,}5315\ x_3 + 0{,}0420\ x_4 - 0{,}2402\ x_1x_2 - 0{,}1641\ x_1x3 + 0{,}0918\ x_2x_3 + 0{,}0488\ x_1x_4 - 0{,}1273\ x_2x_4 - 0{,}0820\ x3x_4 + 0{,}0651\ x_1x_2x_3 - 0{,}0887\ x_1x_2x_4 + 0{,}1727\ x_1x_3x_4 + 0{,}0713\ x_2x_3x_4 - 0{,}1014\ x_1x_2x_3x_4$

Через 120 часов:

$Y = 2{,}8481 + 0{,}1433\ x_1 - 0{,}2759\ x_2 - 0{,}4168\ x_3 + 0{,}0447\ x_4 - 0{,}2028\ x_1x_2 - 0{,}1707\ x_1x_3 + 0{,}0269\ x_2x_3 + 0{,}0786\ x_1x_4 - 0{,}1117\ x_2x_4 - 0{,}0115\ x_3x_4 + 0{,}0717\ x_1x_2x_3 - 0{,}0229\ x_1x_2x_4 + 0{,}1641\ x_1x_3x_4 + 0{,}0590\ x2x3x4 - 0{,}1533\ x_1x_2x_3x_4$

Через 240 часов:

$Y = 3{,}0389 + 0{,}1352\ x_1 - 0{,}2498\ x_2 - 0{,}4017\ x_3 + 0{,}0349\ x_4 - 0{,}1996\ x_1x_2 - 0{,}1882\ x_1x_3 +$

$+ 0{,}0137\ x_2x_3 + 0{,}0727\ x_1x_4 - 0{,}1060\ x_2x_4 + 0{,}0095\ x_2x_4 + 0{,}0464\ x_1x_2x_3 - 0{,}0216\ x_1x_2x_4 +$
$+ 0{,}1846\ x_1x_3x_4 + 0{,}0638\ x_2x_4 - 0{,}1660\ x_1x_2x_3x_4.$

Заключение

Анализ полученных уравнений показывает:

– при одиночном воздействии факторов на величину влагопоглощения наибольшее влияние оказывают ионы хлора и сульфатов (коэффициенты при x1 и x4 положительны), что, по всей вероятности, связано с их активной проницаемостью в пленку покрытия;

– ионы хлора в сочетании с ионами сульфатов содействуют повышению влагоемкости пленки. При этом влияние их почти равноценно отдельному действию ионов хлора;

– если отдельные действия ионов нитратов и сульфатов частично тормозят проникновение влаги в покрытие, то совместное их действие с ионами хлора существенно повышает влагоемкость пленки покрытия.

По результатам исследования зависимости влагопоглощения пленки пластизольной мастики от коррозионно-активных ингредиентов загрязнения дорожной поверхности и их сочетаний можно резюмировать, что в сравнении с ионами и ионы и оказывают более агрессивное влияние на защитную пленку. Результаты многофакторного эксперимента свидетельствуют о многообразии влияния ингредиентов загрязнения автомобильных дорог на свойства пленки противокоррозионного состава, что обосновывается их повышенной способностью проникать в структуру пленки и вызывать на поверхности подложки подпленочную коррозию.

Для эффективной защиты кузова автомобиля от коррозионного разрушения в условиях повышенного загрязнения автомобильных дорог, включающего множество коррозионно-активных ингредиентов, необходим комплексный подход к исследованиям их суммарного влияния на свойства пленки противокоррозионного состава.

При разработке новых защитных составов необходимо учитывать действие коррозионно-агрессивных компонентов загрязнения поверхности автомобильных дорог, особенно в условиях города.

Список литературы

1. Розенфельд, И.Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями / И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн, К.А. Жигалова. – М.: Химия, 1987. – 224 с. URL: https://www.studmed.ru/rozenfeld-il-rubinshteyn-fi-zhigalova-ka-zaschita-metallov-ot-korrozii-lakokrasochnymi-pokrytiyami_f0221843f5a.html

2. Matsuda T., Kashi K.B., Jensen M., Gelling V.J. Investigation of under film corrosion using pH sensitive microcapsules // EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-zarubezhnogo-opyta-issledovaniy-korrozii-i-sredstv-zaschity-ot-korrozii/

3. Бышов, Н.В. Разработка нового средства для защиты сельскохозяйственных машин при хранении / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. В. Фадеев // Техника и оборудование для села. – 2019. – №6 (264). – С. 38-42. DOI 10.33267/2072-9642-2019-6-38-42.

4. Pavlov A.A. Development of new corrosion-resistant bimetals with increased corrosion resistance prepared by electroslag surfacing technology. Chemical and Petroleum Engineering. 2017. pp. 551-556. DOI: 10.1007/s10556-017-0380-0

5. Фадеев, И.В. Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дисс. …канд. техн. наук: 05.22.10 / Фадеев Иван Васильевич. – М., 2010. – 222 с. URL: https://www.dissercat.com/content/issledovanie-vliyaniya-komponentov-agressivnoi-sredy-dorozhnogo-polotna-na-korroziyu-dnishch

6. Козлов В.Г. Методы борьбы с коррозией металлов / В.Г. Козлов, И.В. Титова, А.Н. Коноплин, Н.Н. Булыгин // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 6. – С. 53-57. URL: ttps://www.google.com/search?q=6.+Козлов+В.Г.+Методы+борьбы+с+коррозией+металлов&oq=6.%09Козлов+В.Г.+Методы+борьбы+с+коррозией+металлов&aqs=chrome..69i57.5164j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8

7. Розенфельд, И. Л. Ингибиторы коррозии / И. Л. Розенфельд. – М.: Химия, 1977. – 352 с.

8. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И.В. Фадеев, И. А. Успенский, А.И. Ушанев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2020. – №2. – С. 96-101. DOI: 10.36508/RSATU.2020.24.10.015

9. Кузнецов Ю.И. Физико–химические аспекты защиты металлов органическими ингибиторами коррозии / Ю.И. Кузнецов // Коррозия: материалы, защита. – 2013. – № 4. – С. 26-36. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9951271

10. Kharitonov D.S., Örnek C., Claesson P.M., Pan J., Zharskii I.M., Sommertune J., Kurilo I.I. Corrosion inhibition of aluminum alloy aa6063-t5 by vanadates: microstructure characterization and corrosion analysis. Journal of the Electrochemical Society. 2018. T. 165. no. 3. pp. 116-126. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1149/2.0341803jes

11. Загидуллин Р.Н. Ингибиторы для защиты металлов от коррозии и наводораживания / Р.Н. Загидуллин, Т.Г. Дмитриева, Р.Ф. Ямалиев // Химическая промышленность сегодня. – 2013. – № 3. – С. 9-20. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18904829_47946450.pdf

12. Карякина М.И. Механизм защитного действия лакокрасочных покрытий / М.И. Карякина // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1991. – № 6. – С. 49-54.

13. Получение ингибиторов коррозии черных металлов методом физико-химического анализа / И.В. Фадеев, И. А. Успенский, Ш.В. Садетдинов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2020. – №2. – С. 90-95. DOI: 10.36508/RSATU.2020.83.12.014

14. Goyal M., Kumar S., Bahadur I., Verma C., Ebenso E. Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and nonferrous metals in acidic solutions: A review. J. Mol. Liq. 2018,

256, 565− 573. URL: https://www.researchgate.net/publication/323145521_Organic_corrosion_inhibitors_for_industrial_cleaning_of_ferrous_and_non-ferrous_metals_in_acidic_solutions_A_review

15. Бышов, Н.В. Влияние величины зазора на скорость щелевой коррозии автотракторной техники / Н. В. Бышов, И. А. Успенский, А.А. Цымбал [и др.] // Известия АУК. – 2020. – №2 (54). – С. 236-245. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-32

16. Шемякин А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами // А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, И.В. Зарубин, А.В. Подъяблонский, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 2 (65). – С. 87-91. URL: https://science.swsu.ru/jour/article/view/42/

17. Кузин Е.Г. Щелевая коррозия в соединениях сельскохозяйственных машин / Е.Г. Кузин // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 115-2. – С. 180-183. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27400621_22101113.pdf

18. Кирбятьева Т.В. Атмосферостойкие лакокрасочные покрытия для защиты от коррозии технического оборудования и металлоконструкция / Т.В. Кирбятьева // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2001. – №1. – С. 30-33. URL: https://catalog.belstu.by/catalog/articles/doc/9220

19. Розенфельд, И. Л. Новые методы исследования локальной коррозии / И. Л. Розенфельд, И. С. Данилов // Новые методы исследования коррозии металлов. – М.: Наука,1973. – С.193-201. URL: https://www.chem21.info/info/1679053/

20. Бышов, Н.В. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н. В. Бышов, С.Д. Полищук, И. В. Фадеев [и др.] // Известия АУК. – 2019. – №2 (54). – С. 257-262. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-32

21. Кузнецов, Ю.И. Прогресс в науке об ингибиторах коррозии / Ю.И. Кузнецов // Коррозия: материалы, защита. – 2015. – № 3. – С. 12-14. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41343376

22. Смехов Ф.М. Водопоглощение и водопроницаемость лакокрасочных пленок / Ф.М. Смехов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1977. – № 6. – С. 37-41.

23. Smith, Richard. Protetion – 85 examines anticorrosion practico / Richard Smith. // Metal Constr – 1996. – no. 1. – pp. 16-19.

24. Спиридонова А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с. URL: https://www.studmed.ru/spiridonov-aa-planirovanie-eksperimenta-pri-issledovanii-tehnologicheskih-processov_859f3842315.html

25. Болдин, А.П. Основы научных исследований: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А.П. Болдин, В.А. Максимов. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 336 с. URL: https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_15739.pdf

INFLUENCE OF ROAD POLLUTION COMPONENTS FOR WATER ABSORPTION OF ANTI-CORROSIVE FILM

Fadeev Ivan V., *doctor of technical sciences, associate professor, head of the department of engineering, Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

Problem and purpose. *To achieve the goal of the study and answer the questions posed, a study was made of the influence of the components of the road surface pollution on the moisture absorption of the D-11A plastisol mastic film, which affects the durability of its protective properties.*

Methodology. *Samples of road surface contamination showed that the main corrosive components in them are ions of chlorine, ammonium, nitrates and sulfates. One of the main properties of anti-corrosive films is continuity, i.e. the absence of micro- and macropores in the structure, which can be judged by its moisture absorption. The influence of the identified components on the moisture absorption of the plastisol film was investigated by the method of a multifactorial experiment of the design N = 24. The sequence of experiments was as follows: on an analytical balance VLA-200 g-M with an accuracy of 0.0001 g, prepared samples of 08kp steel were weighed before and after coating, dried and placed in beakers with a capacity of 900 ml with 16 solutions. The solutions were prepared based on the concentration of active ions of contaminants, dissolving in 1 liter of distilled water NaCl - 1.404 g, NH4OH - 0.0068 g, NaNO3 - 0.051 g, Na2SO4 - 0.3905 g. After 24, 72, 120 and 240 h, the samples were taken out from solutions, dried, weighed, and the moisture absorption of the film was determined by the gravimetric method.*

Results. *Based on the results of the experiments, equations were obtained for the dependence of moisture absorption on the corrosive components of road surface pollution.*

Conclusion. *Analysis of the equations showed that with a single effect of factors on moisture absorption, ions and have the greatest influence. Ions and less aggressive to the protective film. The combination of chlorine and sulfate ions increases the moisture holding capacity of the film. Ions of nitrates and sulfates partially inhibit the moisture absorption of the film, and in combination with ions significantly increases the moisture capacity of the coatings.*

Key words: *body corrosion, road surface contamination, film of anticorrosive composition, moisture absorption, multifactor experiment.*

Literatura

1. Rozenfel'd I.L. Zashchita metallov ot korrozii lakokrasochnymi pokrytiyami / I.L. Rozenfel'd, F.I. Rubinshteyn, K.A. Zhigalova. – M.: Khimiya, 1987. – 224 s. https://www.studmed.ru/rozenfeld-il-rubinshteyn-

fi-zhigalova-ka-zaschita-metallov-ot-korrozii-lakokrasochnymi-pokrytiyami_f0221843f5a.html

2. Matsuda T., Kashi K.B., Jensen M., Gelling V.J. Investigation of under film corrosion using pH sensitive microcapsules // EUROCORR 2014 – Improving materials durability: from cultural heritage to industrial applications. 2014. https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-zarubezhnogo-opyta-issledovaniy-korrozii-i-sredstv-zaschity-ot-korrozii/

3. Byshov, N.V. Razrabotka novogo sredstva dlya zashchity sel'skokhozyaystvennykh mashin pri khranenii / N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspenskiy, I. V. Fadeyev // Tekhnika i oborudovaniye dlya sela. – 2019. – №6 (264). – S. 38-42. DOI 10.33267/2072-9642-2019-6-38-42.

4. Pavlov A.A. Development of new corrosion-resistant bimetals with increased corrosion resistance prepared by electroslag surfacing technology. Chemical and Petroleum Engineering. 2017. pp. 551-556.

5. Fadeyev, I.V. Issledovaniye vliyaniya komponentov agressivnoy sredy dorozhnogo polotna na korroziyu dnishcha kuzova legkovogo avtomobilya: diss. …kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / Fadeyev Ivan Vasil'yevich. – M., 2010. – 222 s. https://www.dissercat.com/content/issledovanie-vliyaniya-komponentov-agressivnoi-sredy-dorozhnogo-polotna-na-korroziyu-dnishch

6. Kozlov V.G. Metody bor'by s korroziyey metallov / V.G. Kozlov, I.V. Titova, A.N. Konoplin, N.N. Bulygin // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2017. – № 6. – S. 53-57. ttps://www.google.com/search?q=6.+Козлов+В.Г.+Методы+борьбы+с+коррозией+металлов&oq=6.%09Козлов+В.Г.+Методы+борьбы+с+коррозией+металлов&aqs=chrome..69i57.5164j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8

7. Rozenfel'd, I. L. Ingibitory korrozii / I. L. Rozenfel'd. – M.: Khimiya, 1977. – 352 s.

8. Uluchsheniye zashchitnykh svoystv protivokorrozionnoy mastiki / I.V. Fadeyev, I. A. Uspenskiy, A.I. Ushanev [i dr.] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. – 2020. – №2. – S. 96-101. DOI: 10.36508/RSATU.2020.24.10.015

9. Kuznetsov Yu.I. Fiziko–khimicheskiye aspekty zashchity metallov organicheskimi ingibitorami korrozii / Yu.I. Kuznetsov // Korroziya: materialy, zashchita. – 2013. – № 4. – S. 26-36. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9951271

10. Kharitonov D.S., Örnek C., Claesson P.M., Pan J., Zharskii I.M., Sommertune J., Kurilo I.I. Corrosion inhibition of aluminum alloy aa6063-t5 by vanadates: microstructure characterization and corrosion analysis. Journal of the Electrochemical Society. 2018. T. 165. no. 3. pp. 116-126. https://iopscience.iop.org/article/10.1149/2.0341803jes

11. Zagidullin R.N. Ingibitory dlya zashchity metallov ot korrozii i navodorazhivaniya / R.N. Zagidullin, T.G. Dmitriyeva, R.F. Yamaliyev // Khimicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2013. – № 3. – S. 9-20.

12. Karyakina M.I. Mekhanizm zashchitnogo deystviya lakokrasochnykh pokrytiy / M.I. Karyakina // Lakokrasochnyye materialy i ikh primeneniye, 1991, № 6. – S. 49-54.

13. Polucheniye ingibitorov korrozii chernykh metallov metodom fiziko-khimicheskogo analiza / I.V. Fadeyev, I. A. Uspenskiy, SH.V. Sadetdinov [i dr.] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. – 2020. – №2. – S. 90-95.

14. Goyal M., Kumar S., Bahadur I., Verma C., Ebenso E. Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and nonferrous metals in acidic solutions: A review. J. Mol. Liq. 2018, 256, 565− 573. https://www.researchgate.net/publication/323145521_Organic_corrosion_inhibitors_for_industrial_cleaning_of_ferrous_and_non-ferrous_metals_in_acidic_solutions_A_review

15. Byshov, N.V. Vliyaniye velichiny zazora na skorost' shchelevoy korrozii avtotraktornoy tekhniki / N. V. Byshov, I. A. Uspenskiy, A.A. Tsymbal [i dr.] // Izvestiya AUK. - 2020. - №2 (54). - S. 236-245. DOI: 10.32786 / 2071-9485-2020-02-32

16. Shemyakin A.V. Povysheniye effektivnosti protivokorrozionnoy zashchity stykovykh i svarnykh soyedineniy sel'skokhozyaystvennykh mashin konservatsionnymi materialami // A.V. Shemyakin, M.B. Latyshonok, V.V. Terent'yev, K.V. Gaydukov, I.V. Zarubin, A.V. Pod"yablonskiy, S.A. Kozhin, A.V. Kirilin // Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2016. – № 2 (65). – S. 87-91. https://science.swsu.ru/jour/article/view/42/

17. Kuzin Ye.G. Shchelevaya korroziya v soyedineniyakh sel'skokhozyaystvennykh mashin / Ye.G. Kuzin // Novaya nauka: Problemy i perspektivy. – 2016. – № 115-2. – S. 180-183.

18. Kirbyat'yeva T.V. Atmosferostoykiye lakokrasochnyye pokrytiya dlya zashchity ot korrozii tekhnicheskogo oborudovaniya i metallokonstruktsiya// Lakokrasochnyye materialy i ikh primeneniye. – 2001, №1. – C. 30-33.

19. Rozenfel'd, I. L. Novyye metody issledovaniya lokal'noy korrozii / I. L. Rozenfel'd, I. S. Danilov // Novyye metody issledovaniya korrozii metallov. – M.: Nauka,1973. – S.193-201.

20. Byshov, N.V. Ingibitor korrozii metallov dlya ispol'zovaniya pri remonte avtotraktornoy tekhniki / N. V. Byshov, S.D. Polishchuk, I. V. Fadeyev [i dr.] // Izvestiya AUK. - 2019. - №2 (54). - S. 257-262. DOI: 10.32786 / 2071-9485-2019-02-32

21. Kuznetsov, Yu.I. Progress v nauke ob ingibitorakh korrozii / Yu.I. Kuznetsov // Korroziya: materialy, zashchita. – 2015. – № 3. – S. 12-14. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41343376

22. Smekhov F.M. Vodopogloshcheniye i vodopronitsayemost' lakokrasochnykh plenok / F.M. Smekhov // Lakokrasochnyye materialy i ikh primeneniye. – 1977. – № 6. – S. 37-41.

23. Smith, Richard. Protetion – 85 examines anticorrosion practico / Richard Smith. // Metal Constr – 1996. – no. 1. – pp. 16-19.

24. Spiridonova A.A. Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii tekhnologicheskogo protsessa / A.A. Spiridonova. – M.: Mashinostroyeniye, 1981. – 184 s. https://www.studmed.ru/spiridonov-aa-planirovanie-eksperimenta-pri-issledovanii-tehnologicheskih-processov_859f3842315.html

25. Boldin, A.P. Osnovy nauchnykh issledovaniy: uchebnik dlya stud. uchrezhdeniy vyssh. prof. obrazovaniya / A.P. Boldin, V.A. Maksimov. – M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2012. – 336 s. https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_15739.pdf

УДК 631.33.024

DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.027

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ РАЗНОУРОВНЕВОГО ПОСЕВА СЕМЯН МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

ФИРСОВ Антон Сергеевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, sevenrom777@yandex.ru*

БЕЛЯКОВА Елена Сергеевна, *ст. преподаватель кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, ebelakova@tvgsha.ru*

Проблема и цель. *Целью исследований рабочего органа для посева мелкосеменных культур с одновременным внесением минеральных удобрений, патент на полезную модель RU № 195476, является определение рациональных параметров и режимов работы при осуществлении технологической операции посева льна с внесением минеральных удобрений.*

Методология. *Основой проведения трехфакторного эксперимента является получение массива данных для обширного исследования технологического процесса посева. При планировании эксперимента составлена план-матрица с кодированием исследуемых факторов. Полученные значения качественных показателей заносятся в сводную форму, далее осуществляется статистическая обработка полученных результатов с использованием компьютерной программы Excel, входящей в пакет Microsoft Office. По результатам проведения эксперимента оформлены уравнения регрессии второго порядка. Для каждого уравнения проводится оценка по критериям Кохрена, Фишера и Стьюдента (оценивается значимость коэффициентов регрессии, проводится проверка воспроизводимости опыта и адекватности модели). Заключительным этапом обработки данных является построение поверхности отклика в декартовой системе координат XYZ с использованием компьютерной программы MathCAD 13 и STATISTIKA-10. После построения графических зависимостей осуществлялся анализ полученных поверхностей показателей.*

Результаты. *Результатом трехфакторного эксперимента являются полученные рациональные показатели и режимы работы сошника при проведении операции посева льна с внесением минеральных удобрений.*

Заключение. Установлены рациональные параметры и режимы работы комбинированного сошника в лабораторных условиях, необходимые для дальнейшего исследования многофункционального рабочего органа сеялки в полевых опытах.

Ключевые слова: *мелкосеменные культуры, трехфакторный эксперимент, лабораторные исследования, уравнения регрессии, графики зависимости, сошник, комбинированный сошник.*

Введение

В настоящее время наряду с различными государственными программами по поддержке отечественного аграрного сектора огромная роль уделяется развитию посевных агрегатов и отдельных рабочих органов сеялок. Проектирование и разработка посевных агрегатов зависят от возделываемой культуры. В Тверском регионе самой распространенной и технически важной сельскохозяйственной культурой является лен [1]. Для возделывания льна необходимы специализированные посевные агрегаты, соответствующие агротехническим требованиям [2]. Таким образом, разработка многофункциональных специализированных сошников, совмещающих процесс посева, внесения минеральных удобрений и обработку почвы [3-7] является актуальной задачей. Огромную роль при создании конструкций комбинированных сошников имеет проведение лабораторных и полевых исследований [8-10].

Объекты и методы

Объектом исследования является комбиниро-

© Фирсов А. С., Белякова Е. С., 2021 г.

ванный рабочий орган сеялки для посева мелкосеменных культур и внесения минеральных удобрений, представленный на рисунке 1.

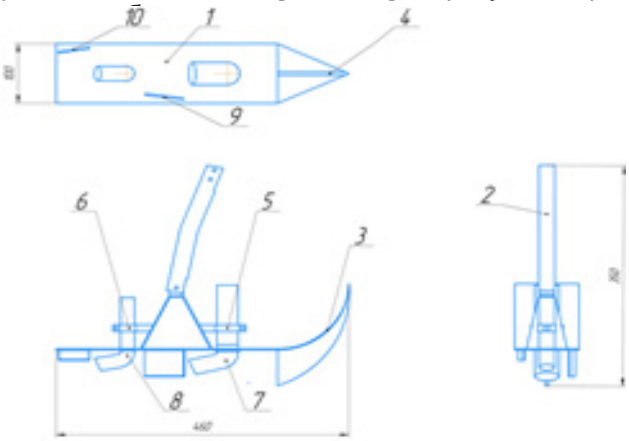
Комбинированный сошник состоит из стального полоза лыжеобразной формы. Через стальную пластину полоза проходят две трубки изогнутой формы – тукопровод и семепровод. Тукопровод формирует бороздку для внесения минеральных удобрений, семепровод – бороздку для укладки семян. На нижней поверхности полоза, под углом к движению сошника размещены две вертикальные пластины, обеспечивающие засыпание борозд почвой – загортачи. В изогнутой части полоза установлен нож. Сошник крепится к посевному агрегату при помощи стальной полой стойки.

Технологический процесс работы сошника заключается в следующем: нож при движении разрезает почву, отбрасывает ее в стороны и формирует начальную бороздку. Бороздообразователи формируют бороздки под минеральные удобрения и семена. По туко и семепроводам материал поступает к полевому ложу. Загортачи закрывают удобрения и семена почвой. Посев проводится узкорядным способом с шириной междурядий 75 мм. Внесение удобрений обеспечивается на глубину до 60 мм, укладка семян на глубину до 30 мм.

На этапе анализа факторов, оказывающих влияние на технологическую операцию посева мелкосеменных культур и внесения минеральных удобрений [11] методом априорного ранжирования, установлены наиболее значимые переменные: скорость движения сошника, усилие на сошник в вертикальной плоскости, влажность почвы.

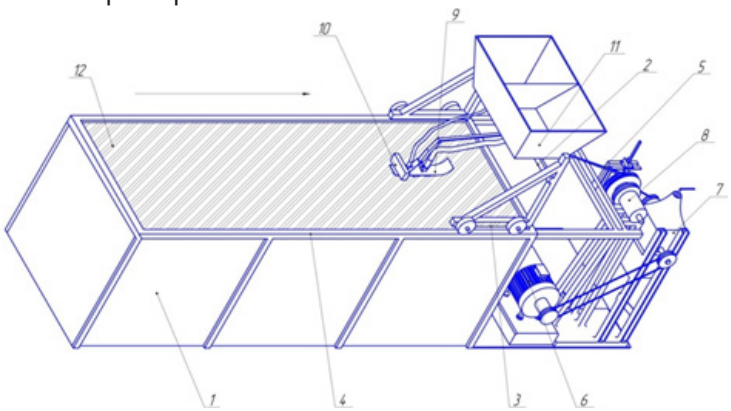
Диапазонами варьирования факторов являются: скорости – 2,3-2,7 м/с, усилия на сошник – 30-70 Н, влажности – 12-20 %. Параметрами оптимизации выбраны гребнистость почвы, глубина заделки семян и глубина внесения удобрений. Количество опытов – 81, с учетом трехкратной повторности опыта.

Эксперименты проведены на почвенном канале кафедры технологических и транспортных машин и комплексов Тверской ГСХА согласно разработанной методике [12,13,14] На рисунке 2 при-



1 – полоз, 2 – стойка, 3 – рабочая грань, 4 – нож, 5 и 6 – хомуты, 7 – бороздообразователь-туконаправитель,8 – ложеобразователь-семянаправитель, 9 и 10 – вертикальные пластины

Рис.1 - Комбинированный сошник для посева мелкосеменных культур с одновременным внесением удобрений



1 – почвенный канал, 2 – подвижная рама, 3 – тяговая тележка, 4 – направляющие, 5 – трос, 6 – редуктор перемены скоростей, 7 – привод, 8 – муфта, 9 – сошник, 10 – балласт, 11 – высевающий аппарат, 12 – почва

Рис. 2 – Лабораторная установка

Таблица – План-матрица эксперимента типа ПФЭ 3^3

Факторы	Код	Уровни натуральных значений			Кодовые значения		
		Мин	Сред	Макс	Мин	Сред	Макс
Скорость движения, м/с	X1 (А)	2,3	2,5	2,7	-1	0	1
Усилие на сошник, Н	X2 (Б)	30	50	70	-1	0	1
Влажность, %	X3 (В)	12	16	20	-1	0	1

Методом априорного ранжирования выявлены параметры оптимизации, наиболее значимые факторы и уровни их варьирования. Откликами выбраны: гребнистость почвы, глубина заделки семян и глубина внесения удобрений. Исследуемыми факторами приняты: скорость движения сошника, усилие, оказываемое на сошник в вертикальной плоскости, а также абсолютная влажность почвы. Интервал варьирования скорости движения сошника – 0,2 м/с (с диапазоном 2,3-2,7 м/с), интервал варьирования усилия на сошник – 20 Н (с диапазоном 30-70 Н), интервал варьирования влажности – 4 % (с диапазоном 12-20 %).

Полученные результаты опытов фиксируются в протоколы. Далее проводится обработка данных при помощи прикладных компьютерных программ:Excel, MathCAD 13 и STATISTIKA-10.

Экспериментальная часть

Статистическая обработка данных проведенных экспериментов позволила сформулировать уравнения регрессии для поверхностей откликов. Обработка данных проведена в соответствии с общепринятой методикой [12,13,14]. Таким образом, получены математические уравнения влияния исследуемых факторов на показатели отклика.

Уравнение регрессии для гребнистости почвы:

$$y=22,75+2,31x_1-0,24x_2+2,07x_3+15,72x_1^2+15,97x_2^2+15,23x_3^2+0,25x_1x_2-1,03x_1x_3-1,07x_2x_3 \quad (1)$$

После проверки по критерию Стьюдента:

$$y=22,75+2,31x_1+2,07x_3+15,72x_1^2+15,97x_2^2+15,23x_3^2 \quad (2)$$

Уравнение регрессии для глубины внесения удобрений:

$$y=65,2+0,59x_1+7,77x_2+0,12x_3+43,36x_1^2+43,4x_2^2+43,43x_{32}-0,15x_1x_2-0,01x_1x_3+0,4x_2x_3 \quad (3)$$

После проверки по критерию Стьюдента:

$$y=65,2+7,77x_2+43,36x_1^2+43,4x_2^2+43,43x_3^2 \quad (4)$$

Уравнение регрессии для глубины заделки семян:

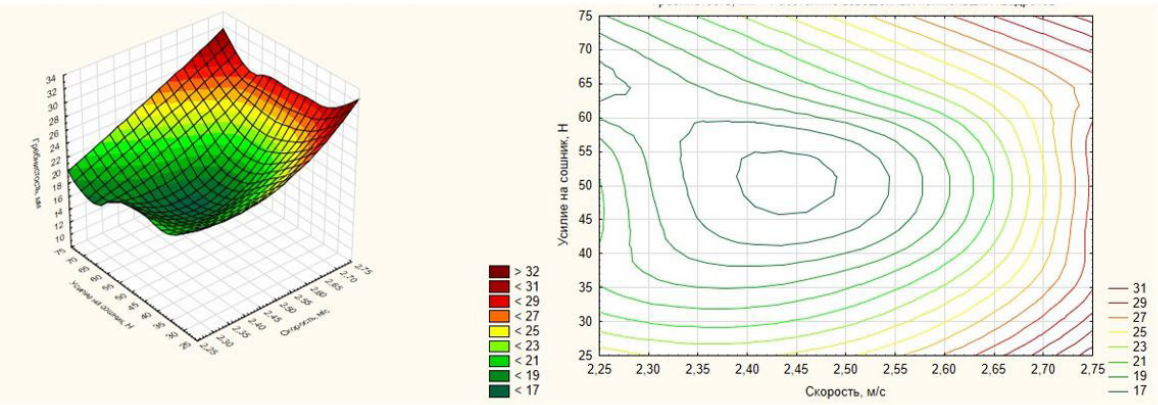
$$y=25,42-0,04x_1+6,23x_2-0,12x_3+16,9x_1^2+16,78x_2^2+17,5x_3^2-0,5x_1x_2+0,02x_1x_3-0,95x_2x_3 \quad (5)$$

После проверки по критерию Стьюдента:

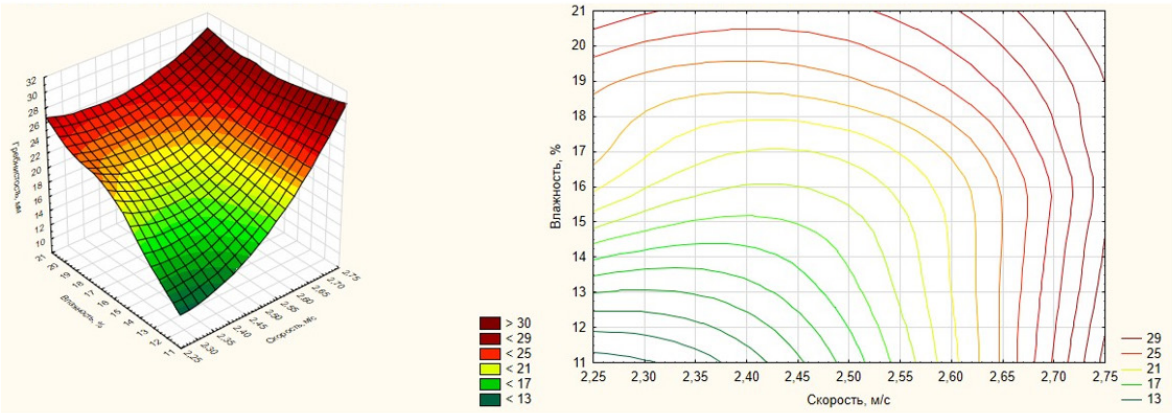
$$y=25,42+6,23x_2+16,9x_1^2+16,78x_2^2+17,5x_3^2 \quad (6)$$

На следующем этапе уравнения регрессии обработаны графическим методом с помощью прикладной компьютерной программы Statistica 10. Графики сформулированы методом фиксации факторов на постоянном значении [15].

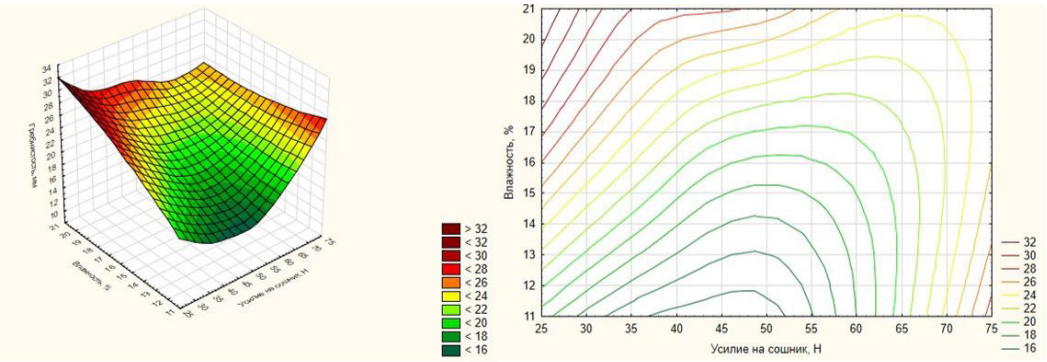
На рисунке 3 представлены графические зависимости и карты линий уровня отклика гребнистости почвы от факторов скорости, усилия на сошник, влажности. На рисунке 3 представлены графические зависимости и карты линий уровня отклика глубины заделки семян от факторов скорости, усилия на сошник, влажности. На рисунке 4 представлены графические зависимости и карты линий уровня отклика глубины внесения удобрений от факторов скорости, усилия на сошник, влажности.



а – зависимость гребнистости от скорости и усилия на сошник



б – зависимость гребнистости от скорости и влажности

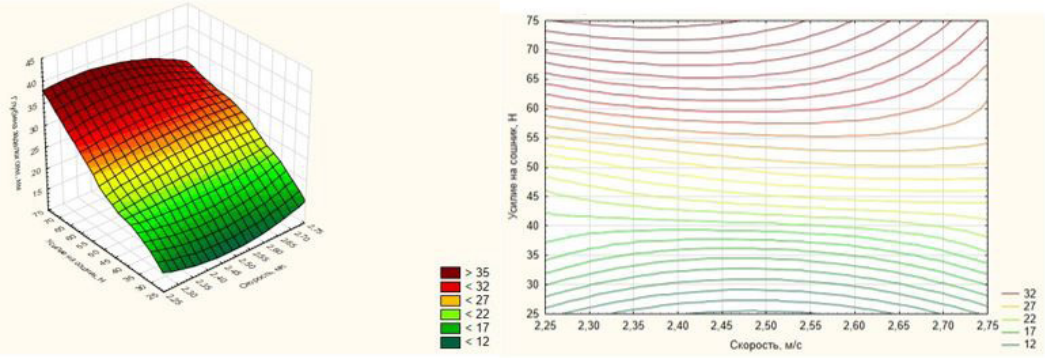


в – зависимость гребнистости от усилия на сошник и влажности.

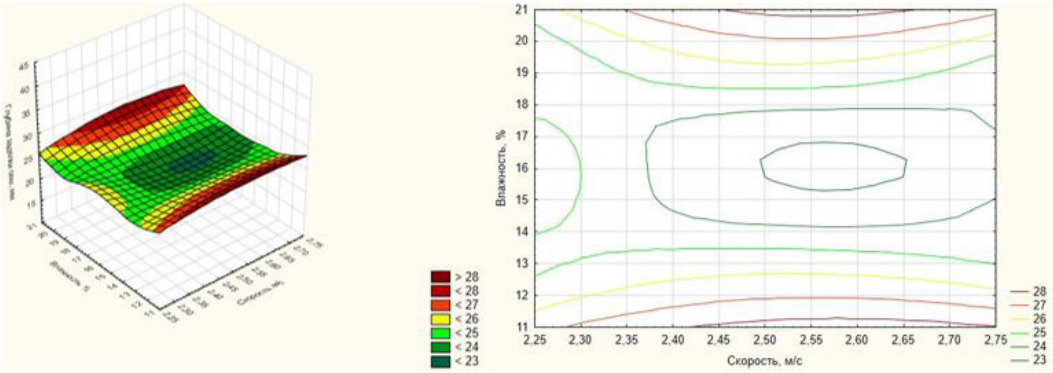
Рис. 3 – Поверхность показателя гребнистости от исследуемых факторов

Анализ зависимости параметра оптимизации – гребнистости, показывает, что скорость движения сошника отрицательно влияет на гребнистость при достижении значения более 2,6 м/с; усилие на сошник оказывает благоприятное влияние на устойчивость хода сошника по глубинев диапазоне от 45 до 65 Н; при этом, снижение показателя влажности приводит к оптимальному показателю гребнистости почвы.

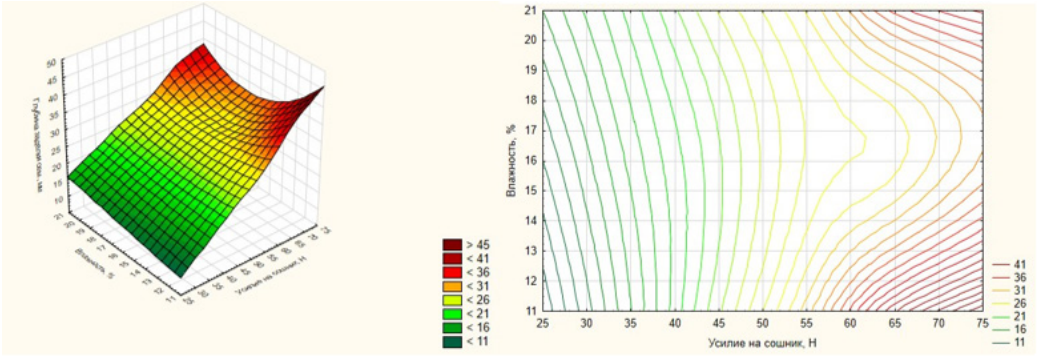
На рисунке 4 представлены графические зависимости и карты линий уровня отклика глубины заделки семян от факторов скорости, усилия на сошник, влажности.



а – зависимсть глубины заделки семян от скорости и усилия на сошник



б – зависимость глубины заделки семян от скорости и влажности



в – зависимость глубины заделки семян от усилия на сошник и влажности

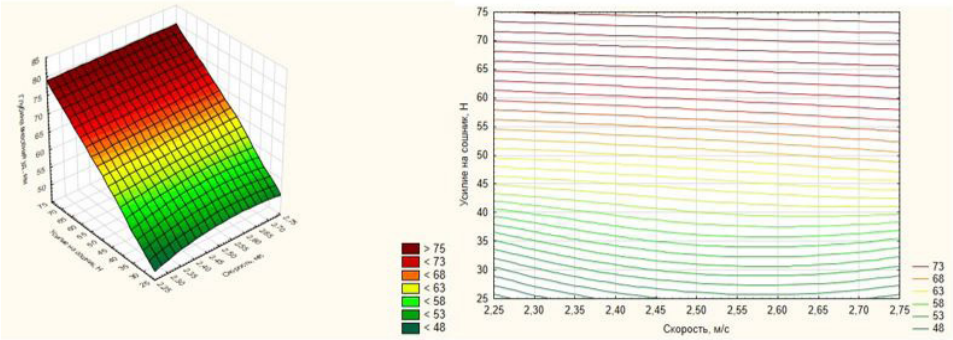
Рис. 4 – Поверхность показателя глубины заделки семян исследуемых факторов

На глубину заделки семян наиболее значимое влияние оказывает усилие на сошник. Значения гребнистости не более 20 мм соответствует усилию на сошник не более 55 Н. Влажность почвы допустима в диапазоне 12-18 %, а скорость движения незначительно оказывает влияние на значение отклика.

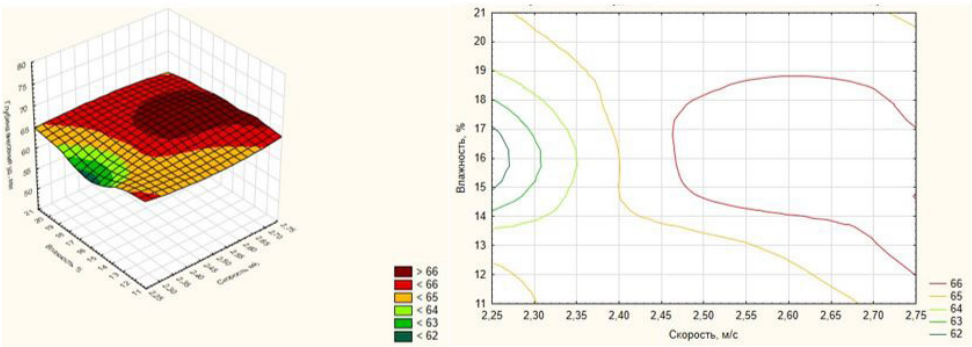
На рисунке 5 представлены графические зависимости и карты линий уровня отклика глубины внесения удобрений от факторов скорости, усилия на сошник, влажности.

Анализ результатов влияния факторов на глубину внесения удобрений показал идентичность их влияния на глубину заделки семян. По результатам исследований рекомендуется следующий диапазон рациональных значений: усилия на сошник – до 55 Н, влажность – от 12 до18 %. Скорость движения сошника незначительно влияет на процесс высева.

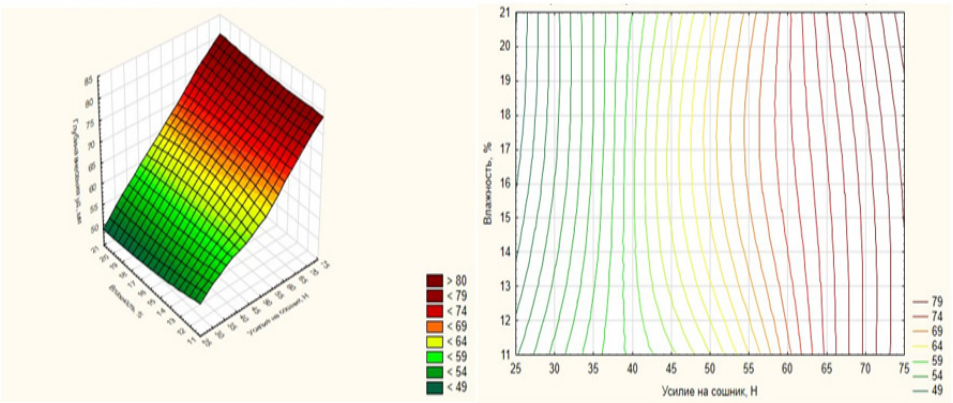
На основе лабораторных исследований установлены следующие рациональные значения откликов: показатель гребнистости – не более 20 мм, глубина заделки семян – в диапазоне 20-30мм, глубина внесения удобрений – 60-70 мм. При этом необходимо отметить, что высокое влияние на показатель гребнистости почвы оказывает скорость движения сошника, так как при значении более 2,6 м/с гребнистость почвы резко возрастает, оказывая существенное влияние на качество проведения технологической операции посева. Высокое отклонение показателей откликов – глубины заделки семян и глубины внесения удобрений от оптимальных значений наблюдается при резком изменении фактора усилия на сошник, нарушение агротехнических требований на посев наблюдается при значении усилия выше 55 Н.



а – зависимость глубины внесения удобрений от скорости и усилия на сошник



б – зависимость глубины внесения удобрений от скорости и влажности



в – зависимость глубины внесения удобрений от усилия на сошник и влажности

Рис. 5 – Поверхность показателя глубины внесения удобрений от исследуемых факторов

Выводы

Таким образом, по результатам проведения лабораторных экспериментов установлены рациональные режимы работы сошниковой группы для посева семян мелкосеменных культур (льна-долгунца) с одновременным внесением минеральных удобрений. Рациональное значение показателей: скорость движения сошника по полевому ложу – 2,5-2,6 м/с; усилие, оказываемое на сошник в вертикальной плоскости – 45-50 Н; оптимальная влажность почвы при осуществлении технологической операции посева – 12-16 % .

Следующим этапом проведения исследований является полевой опыт с учетом методики полнофакторного планирования эксперимента [18,19].

Список литературы

1. Развитие льняного комплекса Тверской области и перспективы сотрудничества промышленности и научных организаций \ Мигулев П.И. // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур : материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЛ. Тверь, 2017 - С. 14-20. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32590163

2. Технологические процессы и технические средства для возделывания мелкосеменных культур \ И.В. Горбачев, В.В. Голубев, А.В. Кудрявцев, А.С. Фирсов // ДОКЛАДЫ ТСХА : Материалы международной научной конференции. – Москва, 2018 - С.86-88. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34879661

3. К вопросу разработки комбинированых разбрасывателей удобрений / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции. – Минск, 2017. - С. 202-204. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32377511

4. Andreev K., Terentyev V., Shemyakin A. Technological process of application of mineral fertilizers by self-loading machine // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. - 2019. - P. 012180. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012180 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43232700

5. Комбинированный сошник Овчинников В.А. Современные проблемы территориального развития. 2019. № 1. С. 7. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37152298

6. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения минеральных удобрений \ В.А. Домрачев, А.А. Кем, В.Л. Миклашевич // Информационные технологии, системы и приборы в АПК : Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции "Агроинфо-2015". – Краснообск, 2015 - С. 319-322. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24759720

7. Shemyakin A.V., Borychev S.N., Uspenskiy I.A., Andreev K.P., Terentyev V.V. Improvement of the technological process of surface application of mineral fertilizers // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). - 2020. P. 00192. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43038974 DOI: 10.1051/bioconf/20201700192

8. Golubev V.V., Firsov A.S. Laboratory facility for the study of parameters and operating modes of disk pneumatic feed and processing of experimental data // Ecology, Environment and Conservation.- 2014.-Т. 20. № S. - P. S451-S454. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24064945

9. Firsov A.S., Nikiforov M.V., Kudryavtsev A.V., Vasiliev A.S., Dichensky A.V., Golubev V.V. Results of testing a disc pneumatic seed drill for flax // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 11. P. 1917-1925. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38675739

10. Nikiforov M.V., Kudryavtsev A.V., Firsov A.S., Golubev V.V. // Model of the "external factors – leveler – soil properties" system International Journal of Mechanical Engineering and Technology. - 2018. - Т. 9. № 11. - С. 1511-1519. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38665453

11. Основные факторы, определяющие качество работы сошника зерновой сеялки / А.Г. Зубарев, Н.П. Ларюшин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза, 2019 - С. 347-350. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42346823

12. Методика проведения лабораторного эксперимента комбинированного сошника для посева мелкосеменных культур / В.С. Андрощук, А.С. Фирсов, Е.С. Белякова, А.Д. Новиков //

Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени : Материалы Международной научно-практической конференции. - Тверь, 2020. - С.204-207. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44049130

13. Основы методики проведения исследований / В.В. Голубев, А.В. Кудрявцев, А.С. Фирсов //

Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Тверь, 2017 - С. 129-132. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29882367

14. Методика лабораторных исследований сошника зерновой сеялки /

А.Г. Зубарев // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза, 2019 - С. 336-338. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42346833

15. Результаты лабораторных исследований комбинированного сошника для посева кормовых культур / Н.В. Алдошин, А.С. Васильев, В.В. Голубев // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. - 2020. - № 23 (186). С. 111-122. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44633643

16. ГОСТ 20290-74 Семена сельскохозяйственных культур. Определение посевных качеств семян. Термины и определения (с Изменением N 1) URL: http://docs.cntd.ru/document/1200023001

17. Повышение качества посева семенников мелкосеменных культур \ В.А. Овчинников, М.Н.

Чаткин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2020. № 2 (46). - С. 75-80. DOI: 10.36508/RSATU.2020.42.40.011
URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43137347
18. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30142960
19. Результаты полевого опыта предпосевной обработки почвы под посев льна-долгунца / М.В. Никифоров, В.В. Голубев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 4 (40). - С. 118-124. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36673750

THE RESULTS OF A THREE-FACTOR EXPERIMENT OF A COMBINED CUTTER FOR VARIOUS LEVEL SOWING OF SMALL SEED CROPS AND THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Firsov Anton S., *Cand. tech. Sci., Associate Professor, Tver State Agricultural Academy, Tver, sevenrom777@yandex.ru*
Belyakova Elena S., *Senior Lecturer, Tver State Agricultural Academy, Tver, ebelakova@tvgsha.ru*

Problem and purpose. *The purpose of research of the working body for sowing small-seeded crops with the simultaneous application of mineral fertilizers, patent for a useful model RU No. 195476, is to determine the rational parameters and operating modes in the implementation of the technological operation of sowing flax with the introduction of mineral fertilizers.*
Methodology. *The basis for conducting a three-factor experiment is to obtain a data set for an extensive study of the technological process of seeding. When planning an experiment, a plan was drawn up with the coding of the factors under study. The obtained values of quality indicators are entered into a summary form, then statistical processing of the results obtained using the Excel computer program included in the Microsoft Office package is carried out. Based on the results of the experiment, second-order regression equations were formulated. For each equation, an assessment is carried out according to the Cochran, Fisher and Student criteria (the significance of the regression coefficients is estimated, the reproducibility of the experience and the adequacy of the model are checked).The final stage of data processing is the construction of the response surface in the XYZ Cartesian coordinate system using the computer programs MathCAD 13 and STATISTIKA-10. After plotting the graphical dependencies, the obtained surfaces of the indicators were analyzed.*
Results. *The result of the three-factor experiment is the obtained rational indicators and operating modes of the opener during the operation of sowing flax with the introduction of mineral fertilizers.*
Conclusion. *The rational parameters and operating modes of the combined opener in laboratory conditions, necessary for further research of the multifunctional working body of the seeder in field experiments, have been established.*

Key words: *small-seeded crops, three-factor experiment, laboratory studies, regression equations, dependence graphs, opener, combined opener.*

Literatura

1. Razvitie l'njanogo kompleksa tverskoj oblasti i perspektivy sotrudnichestva promyshlennosti i nauchnyh organizacij \ Migulev P.I. // Innovacionnye razrabotki dlja proizvodstva i pererabotki lubjanyh kul'tur : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii FGBNU VNIIML. Tver', 2017 - S. 14-20. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32590163
2. Tehnologicheskie processy i tehnicheskie sredstva dlja vozdelyvanija melkosemennyh kul'tur \ I.V. Gorbachev, V.V. Golubev, A.V. Kudrjavcev, A.S. Firsov // DOKLADY TSHA : Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. – Moskva, 2018 - S.86-88. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34879661
3. K voprosu razrabotki kombinirovanyh razbrasyvatelej udobrenij / A.V. Shemjakin, V.V. Terent'ev, K.P. Andreev // Tehnicheskoe obespechenie innovacionnyh tehnologij v sel'skom hozjajstve : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Minsk, 2017. - S. 202-204. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32377511
4. Andreev K., Terentyev V., Shemjakin A. Technological process of application of mineral fertilizers by self-loading machine // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASh 2019. - 2019. - P. 012180. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012180 URL: https://shhshhshh.elibrary.ru/item.asp?id=43232700
5. Kombinirovannyj soshnik Ovchinnikov V.A. Sovremennye problemy territorial'nogo razvitija. 2019. № 1. S. 7. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37152298
6. Kombinirovannyj soshnik dlja raznourovnevogo poseva semjan i vnesenija mineral'nyh udobrenij \ V.A. Domrachev, A.A. Kem, V.L. Miklashevich // Informacionnye tehnologii, sistemy i pribory v APK : Materialy 6-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Agroinfo-2015". – Krasnoobsk, 2015 - S. 319-322. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24759720
7. Shemyakin A.V., Borychev S.N., Uspenskiy I.A., Andreev K.P., Terentyev V.V. Improvement of the technological process of surface application of mineral fertilizers // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). - 2020. P. 00192. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43038974 DOI: 10.1051/

bioconf/20201700192

8. Golubev V.V., Firsov A.S. Laboratory facility for the study of parameters and operating modes of disk pneumatic feed and processing of experimental data // Ecology, Environment and Conservation.- 2014.-T. 20. № S. - P. S451-S454. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24064945

9. Firsov A.S., Nikiforov M.V., Kudryavtsev A.V., Vasiliev A.S., Dichensky A.V., Golubev V.V. Results of testing a disc pneumatic seed drill for flax // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. T. 9. № 11. P. 1917-1925. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38675739

10. Nikiforov M.V., Kudryavtsev A.V., Firsov A.S., Golubev V.V. // Model of the "external factors – leveler – soil properties" system International Journal of Mechanical Engineering and Technology. - 2018. - T. 9. № 11. - S. 1511-1519. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38665453

11. Osnovnye faktory, opredeljajushhie kachestvo raboty soshnika zernovoj sejalki / A.G. Zubarev, N.P. Larjushin // Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii : Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh. – Penza, 2019 - S. 347-350. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42346823

12. Metodika provedenija laboratornogo jeksperimenta kombinirovannogo soshnika dlja poseva melkosemennyh kul'tur / V.S. Androshhuk, A.S. Firsov, E.S. Beljakova, A.D. Novikov // Cifrovizacija v APK: tehnologicheskie resursy, novye vozmozhnosti i vyzovy vremeni : Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Tver', 2020. - S.204-207. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44049130

13. Osnovy metodiki provedenija issledovanij / V.V. Golubev, A.V. Kudrjavcev, A.S. Firsov // Povyshenie upravlencheskogo, jekonomicheskogo, social'nogo, innovacionno-tehnologicheskogo i tehnicheskogo potenciala predprijatij i otraslej APK : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Tver', 2017 - S. 129-132. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29882367

14. Metodika laboratornyh issledovanij soshnika zernovoj sejalki / A.G. Zubarev // Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh. – Penza, 2019 - S. 336-338. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42346833

15. Rezul'taty polevogo opyta predposevnoj obrabotki pochvy pod posev l'na-dolgunca / M.V. Nikiforov, V.V. Golubev, A.V. Shemjakin, V.V. Terent'ev // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2018. - № 4 (40). - S. 118-124. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36673750

16. GOST 20290-74 Semena sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Opredelenie posevnyh kachestv semjan. Terminy i opredelenija (s Izmeneniem N 1) URL: http://docs.cntd.ru/document/1200023001

17. Povyshenie kachestva poseva semennikov melkosemennyh kul'tur \ V.A. Ovchinnikov, M.N. Chatkin // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2020. № 2 (46). - S. 75-80. DOI: 10.36508/RSATU.2020.42.40.011 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43137347

18. Dospehov, B.A. Metodika polevogo opyta. Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30142960

19. Rezul'taty laboratornyh issledovanij kombinirovannogo soshnika dlja poseva kormovyh kul'tur / N.V. Aldoshin, A.S. Vasil'ev, V.V. Golubev // Izvestija sel'skohozjajstvennoj nauki Tavridy. - 2020. - № 23 (186). S. 111-122. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44633643