

ISSN 2077-2084

3(47)'2020

ВЕСТНИК

РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА

12+



ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

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

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)
05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (сельскохозяйственные науки)
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки)
06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки)
06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки)
06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки)
06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (биологические науки)
06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (ветеринарные науки)
06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки)
06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (биологические науки)
06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

№3 (47), 2020

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

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

Главный редактор
Н. В. Бышов,
д-р техн. наук, профессор

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

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

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

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

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

Технические науки

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

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

Корректор – **Е. Л. Малинина**

Перевод – **В. В. Романов**

Адрес редакции: 390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1.,
ауд. 103, тел. 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Тираж 700. Заказ № 1453. Дата выхода в свет 30.09.2020г.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-51956, выдано
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций 29 ноября 2012 г.
Отпечатано в Издательстве ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань,
ул. Костычева, д. 1., ауд. 103. Цена издания 185 руб. 50 коп.
Подписной индекс издания в каталоге "Пресса России" 82422

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

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

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

Issued since 2009
issued once a quarter
#3 (47), 2020

Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

Editor in Chief
N.V. Byshov,
Doctor of Technical Science, Full
Professor

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

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

Editorial Staff:
Agricultural Science

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

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

Technical Science

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

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

Editorial address: 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1., RM. 103.,
tel: 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Circulation 700. Order No. 1453. Date of publication
Date of publication. 30.09.2020r.

Certificate of registration of mass media PI № FS77-51956, issued
by the Federal service for supervision in the field of communications,
information technology and mass communications
November 29, 2012
Printed in the Publishing house of the RGATU, Ryazan, Kostycheva
str., 1., RM. 103. Price edition 185 rubles 50 kopecks Subscription
index of the publication in the prospectus of the
“Press of Russia” 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

ВАХОНИНА Е. А., МИТРОФАНОВ Д. В., ЕСЕНКИНА С. Н., БУДНИКОВА Н. В., РЕПЬЕВА Л. А. АНТИОКСИДАНТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРОДУКТАХ ПЧЕЛОВОДСТВА	5
ГУДИМОВА Н. А., САВИН А. П. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕН-НОЛИСТНОЙ	11
ЕСЕНКИНА С. Н., СЕРЕБРЯКОВА О. В., РУСАКОВА Т. М. ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА СОСТАВ И СВОЙСТВА МЁДА	16
КОСЯЧЕНКО Н. М., АБРАМОВА М. В., ЗЫРЯНОВА С. В. СЕЛЕКЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖЛИНЕЙНЫХ КРОССОВ В СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	22
МИТРОФАНОВ Д. В., РЯЗАНОВА Е. А., ЛИЗУНОВА А. С. ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОКРИНОТРОПНЫХ СВОЙСТВ ТРУТНЁВОГО РАСПЛОДА	27
НЕФЕДОВА С. А., КОРОВУШКИН А. А., ЯКУНИН Ю. В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И РЫБОВОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК ЧЕРНОГО АМУРА В СИСТЕМАХ С ЗАМКНУТЫМ ЦИРКУЛИРУЮЩИМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ	32
РУЧКИНА А. В., УШАКОВ Р. Н., ГОЛОВИНА Н. А. ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА ГЛИНО-АЗОТНОЙ УДОБРИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ	36
САДЫХОВ Р. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРО-КОРИЧНЕВЫХ (КАШТАНОВЫХ) ПОЧВ БАСЕЙНА ШАМКИР-ЧАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	43
СЕМЕНОВ В. Г., ЛАРИОНОВ Г. А., ИВАНОВА Т. Н. К ПРОБЛЕМЕ ПРОФИЛАКТИКИ ПОСЛЕРОДОВЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ КОРОВ	49
ТЕМРЕШЕВ И. И., СЕМЕНОВ В. Г., ТУРСЫНКУЛОВ А. М., ЕСЖАНОВ А. Б., БЕКЕНОВ Д. М., ЧИНДАЛИЕВ А. Е. ОСОБЕННОСТИ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВСТОЯ ПАСТБИЩ КЕРБУЛАКСКОГО РАЙОНА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	54
УЛИМБАШЕВА Р. А. МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БАРАНЧИКОВ КАРАЧАЕВСКОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ МЕСЯЦЕВ РОЖДЕНИЯ	60

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АЛДОШИН Н. В., ВАСИЛЬЕВ А. С., ГОЛУБЕВ В. В. ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ	68
БОГДАНЧИКОВ И. Ю., БЫШОВ Н. В., ДРОЖЖИН К. Н., ОЛЕЙНИК Д. О., БЕРЕЗОВСКИЙ Е. В. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПОЧВЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКОВ ПОЛЕЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ	74
БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., ПАВЛОВ В. В. К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ: ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	79
БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., ПАВЛОВ В. В. К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ: МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	84
ЦЫМБАЛ А. А., УСПЕНСКИЙ И. А., ЮХИН И. А., ЛИМАРЕНКО Н. В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕМ	89
БЫШОВ Н. В., РУЗИМУРОВ А. А., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., ГОЛАХОВ А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛАСТИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН НА ХАРАКТЕР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КЛУБНЯМИ	98
КОКОРЕВ Г. Д., КОНЬКОВ И. Ю. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УТЕЧКИ ГАЗА	103
ЛАТЫШЕНОК М. Б., КОСТЕНКО М. Ю., ЛАТЫШЕНОК Н. М., КОСТЕНКО Н. А. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА ВЛАГИ ПРИ АЭРАЦИИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В ГЕРМЕТИЧНОМ КОНТЕЙНЕРЕ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ	109
ОРЕШКИНА М. В. ИСПЫТАНИЯ ОБЕЗВОЖИВАТЕЛЯ ПРОДУКТОВ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	113
УСПЕНСКИЙ И. А., ЮХИН И. А., ЛИМАРЕНКО Н. В., ВОРОБЬЁВ Д. А., ФИЛЮШИН О. В. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК	119

Трибуна молодых учёных

ГОРДИЕНКО А. Н., АМЕЛИНА Т. Ю., ФАДЬКИН Г. Н. ВЛИЯНИЕ ГУМАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С КОМПЛЕКСНЫМ УДОБРЕНИЕМ	126
КУЗНЕЦОВ А. В., ЮМАЕВ Д. М., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., КОСТЕНКО М. Ю., КОСТЕНКО Н. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВЕРСИИ СТРУИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ НАСАДОК С ОТВЕРСТИЕМ ЭЛЛИПСОВИДНОЙ ФОРМЫ	133
МАЖАЙСКИЙ Ю. А., ПАВЛОВ А. А. СПОСОБ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР	138
ЮБИЛЯРЫ	144



Content

AGRICULTURAL SCIENCE

VAKHONINA E. A., MITROFANOV D. V., ESENKINA S. N., BUDNIKOVA N. V., REPEVA L. A. ANTIOXIDANT COMPOUNDS IN BEEKEEPING PRODUCTS	5
GUDIMOVA N. A., SAVIN A. P. THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF PRONZENOLISTNOY SYLPH	11
ESENKINA S. N., SEREBRYAKOVA O. V., RUSAKOVA T. M. INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES ON THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF HONEY	16
KOSYACHENKO N. M., ABRAMOVA M. V., ZYRYANOVA S. V. SELECTION AND ECONOMIC EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SELECTION METHODS IN CATTLE BREEDING	22
MITROFANOV D. V., RYAZANOVA, E. A., LIZUNOVA A. S. STUDY OF ENDOCRINOTROPIC PROPERTIES OF DRONE BROOD	27
NEFEDOVA S. A., KOROVUSHKIN A. A., YAKUNIN Y. V. ECOLOGICAL AND FISH CULTURAL AND ECONOMIC ASPECTS OF REARING BLACK CUPID LARVAE IN CLOSED-LOOP SYSTEMS CIRCULATING WATER SUPPLY	32
RUCHKINA A. V., USHAKOV R. N., GOLOVINA N. A. PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT AND USE AS A FERTILIZER OF A CLAY-NITROGEN FERTILIZER MIXTURE	36
SADIGOV R. AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GRAY-BROWN (CHESTNUT) SOILS OF SHAMKIRCHAY WATER RESERVOIR BASIN	43
SEMENOV V. G., LARIONOV G. A., IVANOVA T. N. TO A PROBLEM OF PREVENTION OF POSTNATAL COMPLICATIONS AND REALIZATION OF REPRODUCTIVE QUALITIES OF COWS	49
TEMRESHEV I. I., SEMENOV V. G., TURSINKULOV A. M., ESZHANOV A. B., BEKENOV D. M., CHINDALIEV A. E. FEATURES OF BOTANICAL COMPOSITION OF GRASS PASTURE OF KERBULAK DISTRICT OF ALMATY REGION	54
ULIMBASHEVA R. A. MEAT PRODUCTIVITY OF BARRANKS OF THE KARACHAYSKY BREED OF DIFFERENT MONTHS OF BIRTH	60

TECHNICAL SCIENCE

ALDOSHIN N. V., VASILYEV A. S., GOLUBEV V. V. THE STUDY OF SOIL STRENGTH CHARACTERISTICS	68
BOGDANCHIKOV I. Y., BYSHOV N. V., DROZHZHIN K. N., OLEJNIK D. O., BEREZOVSKIY E. V. RESULTS OF MONITORING SOIL INHOMOGENEITIES BASED ON MULTISPECTRAL FIELD IMAGERY WHEN USING NON-GRAIN CROP PART AS FERTILIZER	74
BYSHOV D. N., KASHIRIN D. E., PAVLOV V. V. TO THE QUESTION OF CLEANING WAX RAW MATERIALS: LABORATORY STUDY OF ORGANIC CONTAMINATION DISPERSION PROCESS	79
BYSHOV D. N., KASHIRIN D. E., PAVLOV V. V. TO THE QUESTION OF WAX RAW MATERIAL PURIFICATION: MODEL OF ORGANIC CONTAMINATION DISPERSION PROCESS	84
BYSHOV N. V., TSYMBAL A. A., USPENSKIY I. A., YUKHIN I. A., LIMARENKO N. V. MODELING OF THE EPIDEMIOLOGICAL PROPERTIES OF LIQUID MANURE DURING ITS PREPARATION BY PHYSICO-CHEMICAL DISINFECTION	89
BYSHOV N. V., RUZIMURODOV A. A., REMBALOVICH G. K., GOLAKHOV A. A. INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ELASTIC MEMBRANES OF WORKING ORGANS OF POTATO HARVESTERS ON THE NATURE OF INTERACTION WITH TUBERS	98
KOKOREV G. D., KONKOV I. Y. IMPROVING THE SAFETY OF USING GAS CYLINDER EQUIPMENT BY DIAGNOSING GAS LEAKS	103
LATYSHENOK M. B., KOSTENKO M. Y., LATYSHENOK N. M., KOSTENKO N. A. RESULTS OF THE STUDY OF THE FORMATION OF MOISTURE CONDENSATE DURING AERATION OF GRAIN MASS IN A SEALED CONTAINER WITH A REGULATED AIR MEDIUM	109
ORESHKINA M. V. TESTS OF DEHYDRATOR PRODUCTS KARTOFFELKELLER PRODUCTION	113
USPENSKIY I. A., YUKHIN I. A., LIMARENKO N. V., FILUSHIN O. V. ASSESSMENT OF THE WEAR CONDITION OF BRAKE PADS	119

ITRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

GORDIENKO A. N., AMELINA T. Y., FADKIN G. N. INFLUENCE OF HUMATES ON FERTILITY OF SODDY PODZOLIC SOIL AND YIELD OF POTATO WHEN APPLIED WITH THE COMPLEX INTEGRATED FERTILIZER	126
KUZNETSOV A. V., YUMAEV D. M., REMBALOVICH G. K., KOSTENKO M. Y., KOSTENKO N. A. STUDY OF JET INVERSION OF SPRINKLING NOZZLES WITH ELLIPSOID HOLE	133
MAZHAYSKY Y. A., PAVLOV A. A. METHOD FOR DEVELOPMENT OF LONG-FALLOW LANDS IN THE NON-BLACK EARTH ZONE WHEN GROWING FODDER CROPS	138
AHEROES OF THE DAY	144



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 638.178.2

DOI 10.36508/RSATU.2020.62.88.001

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРОДУКТАХ ПЧЕЛОВОДСТВА

ВАХОНИНА Елена Александровна, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук, Landych899@gmail.com**МИТРОФАНОВ Дмитрий Викторович**, научн. сотр., dima-mitrofanoff2012@yandex.ru**ЕСЕНКИНА Светлана Николаевна**, научный сотрудник, esenkinasvetlana@mail.ru**БУДНИКОВА Наталия Валентиновна**, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук, beenataliya7@mail.ru;**РЕПЬЕВА Лариса Анатольевна**, мл. науч. сотр., dima-mitrofanoff2012@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пчеловодства»

В последние годы продукты пчеловодства позиционируются как функциональные продукты питания. Высокое содержание веществ, обладающих антиоксидантной активностью, открывает широкие перспективы для применения продуктов пчеловодства и их композиций в функциональном питании для оздоровления человека. Целью исследования стало изучение антиоксидантной активности и других показателей, определяющих антиоксидантную составляющую в продуктах пчеловодства. В статье представлены результаты исследования антиоксидантной активности в мёде, пыльце, прополисе и трутневом расплоде, которые стали объектом исследования. В проведенном исследовании определены показатели, влияющие на антиоксидантную активность продуктов пчеловодства: флавоноидные соединения, окисляемость в мёде; антиокислительная активность и витамин А в пыльце; флавоноидные соединения, окисляемость, антиокислительная активность и йодное число в прополисе; флавоноидные соединения, окисляемость, антиокислительная активность, витамин А и йодное число в трутневом расплоде. Изученные показатели служат надёжными маркерами качества продуктов и сохранности их биологически активных компонентов. Исследования проведены в испытательной лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» и центре «Биоинженерия» РАН. Полученные результаты свидетельствуют, что мёд, цветочная пыльца, трутневый гомогенат обладают антиоксидантной активностью; прополис обладает самой высокой антиоксидантной активностью, что подтверждается высоким процентом содержания в нем флавоноидных соединений, высоким показателем йодного числа и показателем окисляемости.

Ключевые слова: антиоксиданты, мёд, пыльца, прополис, трутневый расплод, флавоноидные соединения, окисляемость, антиокислительная активность, витамин А, йодное число.

Введение

Функциональное питание, являющееся новым направлением в нутрициологии, получает всё более широкое распространение в последние десятилетия. Продукты функционального питания при систематическом употреблении модулируют основные жизненные процессы организма. Исследователи уделяют особое внимание антиоксидантам, имеющим большие перспективы для применения в медицине и функциональном питании.

Уникальные природные антиоксиданты способствуют очищению организма от свободных радикалов, образующихся как побочные продукты метаболизма. Этим объясняется такой высокий интерес к антиоксидантам. В качестве продуктов, содержащих антиоксиданты, особый интерес вызывают продукты пчеловодства, обладающие ценными питательными, диетическими и лечебными свойствами, действующие как биогенные стимуляторы.

Окислительный, или оксидативный стресс является патологическим состоянием, которое характеризуется повышенным содержанием свободных радикалов в организме человека. Оксидативный стресс вызывается такими негативными воздействиями, как облучение УФ и ионизирующим излучением, ксенобиотиками, повышенными психическими и физическими нагрузками, некото-

рыми лечебными процедурами и т.п. Оксидативный стресс ведёт к развитию таких дегенеративных и хронических заболеваний, как катаракта, нарушения иммунитета, развитие опухолей и к старению.

В организме высокая реакционная способность свободных радикалов ведёт к интенсификации окислительных процессов, разрушающих молекулярную структуру клетки, а как результат – ведёт к многочисленным патологическим состояниям [9].

Свободным радикалом называется молекула, утратившая электрон и способная отнимать его у соседних молекул, атакуя их. В соответствии с теорией радикалов в физиологии свободные радикалы участвуют почти во всех процессах разрушения клетки и приводят к её уничтожению.

Молекулы веществ, способных тормозить или предотвращать окисление других молекул свободными радикалами, называют антиоксидантами.

Недостаток антиоксидантов в рационе приводит к нарушению процессов свободно радикального окисления и развитию различных заболеваний.

Поддержание антиоксидантных систем организма на уровне, позволяющем предотвращать повреждение клеток свободными радикалами, играет значительную роль в лечении, реабилитации и профилактике заболеваний людей, подвергшихся значительным физическим и стрессовым



нагрузкам. В связи с этим возрастает внимание к натуральным биологически активным продуктам, содержащим антиоксиданты, к которым относятся и продукты пчеловодства.

Антиоксидантные свойства всех продуктов пчеловодства обуславливаются такими компонентами, как флавоноиды и другие фенольные соединения, ненасыщенные жирные кислоты, фенолокислоты, витамины А, Е, С, каротиноиды и другие [10].

Мед натуральный – уникальное творение природы, сохраняющее полезные свойства долгое время. Благодаря наличию фенольных соединений, витаминов, минеральных и других биологически активных веществ во многих странах мира мёд считается терапевтическим и лекарственным средством, а не только ценным пищевым продуктом. Это обусловлено его противовоспалительными, бактерицидными, противоаллергическими и антиоксидантными свойствами. Старению организма противостоят именно антиоксиданты [6].

Аскорбиновая кислота, фенолокислоты, каротиноиды, аминокислоты, органические кислоты, протеины и другие соединения входят в антиоксидантную составляющую мёда. Такой сложный химический состав обуславливает высокую биологическую активность мёда.

Новейшие исследования показывают, что ежедневное употребление мёда, действительно, не только более чем удовлетворяет наши пристрастия к сладкому, но также поднимает в крови уровень борющихся с болезнями антиоксидантов.

Природные полифенолы являются основными и самыми эффективными антиоксидантами мёда.

Фенольные соединения связывают ионы тяжёлых металлов в прочные комплексы, устраняя их каталитическое действие, а кроме того, связывают образующиеся при окислении свободные радикалы, гася таким образом свободнорадикальные процессы.

Полифенолы, обладающие высокой антиоксидантной активностью (АОА) и уменьшающие риск развития рака и заболеваний сердца, в разных мёдах содержатся в неодинаковых количествах [11].

АОА (сумма биологически активных веществ восстанавливающего характера) мёда зависит от его ботанического происхождения.

Медоносная пчела, собирая цветочную пыльцу и, склеивая её в яркие разноцветные гранулы нектаром и секретами собственных желёз, приготавливает пыльцевую обножку. Она содержит биологически активные вещества – аминокислоты, белки, липиды, ферменты, микро- и макроэлементы, необходимые для жизнедеятельности человеческого организма, способствует повышению защитных сил организма, обладает укрепляющим действием, повышает умственную и физическую активность, нормализует обмен веществ.

Пыльцевая обножка богата витаминами А (А-витаминный комплекс), С (аскорбиновая кислота), Е (токоферол), которые являются антиоксидантами, усиливающими защитные силы организма.

Витамины А, С, Е, которыми богата пыльцевая

обножка, особенно важны среди множества антиоксидантов, содержащихся в продуктах питания и усиливающих защиту организма от старения и болезней.

В 1920 году учеными был открыт первый витамин – Витамин А (Ретинол).

Дефицит А-витаминного комплекса влияет на организм человека: снижается иммунитет, ухудшается острота зрения, повреждается эпителий, возрастает риск опухолевых процессов.

В организме человека А-витаминный комплекс выполняет важные функции: участвует в регуляции синтеза белков, нормализует обмен веществ, участвует в окислительно-восстановительных реакциях, нормализует работу клеточных и субклеточных мембран, замедляет процесс старения. А-витаминный комплекс обладает противовирусной и антибактериальной активностью, необходим для формирования костной и зубной тканей, роста новых клеток.

А-витаминный комплекс – это один из важнейших компонентов антиоксидантной защиты организма.

Трутнёвый расплод – это совокупность всех видов личинок пчел.

Все виды личинок пчелиной семьи (трутнёвые, пчелиные, маточные) содержат биологически активные вещества. Однако целесообразно использовать только трутнёвый расплод, так как это не наносит ущерба пчелиной семье [1].

В состав трутнёвого расплода входит большое число биологически активных компонентов. Многие из этих компонентов проявляют антиоксидантные свойства и вносят важный вклад в биологические эффекты продуктов на основе трутнёвого расплода.

Ненасыщенные жирные кислоты, в том числе и деценовые, флавоноидные соединения и вещества, содержащие сульфгидрильные группы, являющиеся преобладающими компонентами трутнёвого расплода с антиоксидантными свойствами [1,2]. Деценовые и другие ненасыщенные и полиненасыщенные кислоты благодаря своим антиоксидантным свойствам являются необходимыми нутриентами. По содержанию сульфгидрильных групп трутнёвый расплод в 2-3 раза превосходит маточное молочко [2]. Определённый вклад в антиоксидантную активность трутнёвого расплода и продуктов на его основе вносит витамин А. Среди фенольных соединений трутнёвого расплода обнаружены ванилин и п-винилгваякол, которые обуславливают характерный запах [7]. Трутнёвый расплод снижает риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний благодаря уменьшению выраженности оксидативного стресса [12].

Прополис – естественная многокомпонентная совокупность биологически активных соединений растительного и животного (пчелиного) происхождения.

В прополисе содержится около 55 % смол и балластов, около 30 % воска и 20 % механических примесей (ульевой сор, фрагменты хитинового покрова пчел), нерастворимые части; 5 % пыльцы. В составе прополиса содержатся: большая группа



флавоноидных соединений, полифенольных соединений, летучие соединения, эфирные масла, органические кислоты; липиды, полисахариды, минеральные вещества, витамины, аминокислоты и нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК) [6].

Антиокислительные свойства прополиса зависят от места сбора в улье, времени и флористического происхождения. Из всех продуктов пчеловодства прополис имеет наиболее высокую антиоксидантную активность [11]. Биологические свойства прополиса в значительной степени определяются флавоноидными соединениями.

Объекты и методы исследования

В работе использовали образцы мёда разного ботанического происхождения (гречишный, каштановый, акациевый, сборный цветочный), пыльцевой обножки разного ботанического происхождения (горчица белая, горох посевной, клевер гибридный, клен ясенелистный, черемуха обыкновенная, яблоня домашняя), прополиса разных регионов (Рязанская область, Краснодарский край, Республика Мари Эл, Чувашия) и трутнёвого расплода личинки разного возраста (5-суточные, 9-суточные, предкуколки, куколки) 2014-2019 г сбора.

Оценка антиоксидантной активности (АОА) проведена сотрудниками «ФНЦ пчеловодства» с использованием прямых и косвенных методов.

Антиоксидантную активность трутнёвого расплода и мёда измеряли на хроматографе «Цвет Яуза-01-АА» жидкостным прямым методом с амперометрическим детектором по ТУ МЕКВ.414538.001.МП [11]. Использовали аттестованную методику измерения.

Амперометрический метод измерения АОА основан на измерении силы электрического тока, который возникает на поверхности рабочего электрода определенного потенциала при окислении молекул антиоксиданта. Данный сигнал усиливается и преобразуется в цифровой сигнал. По градуировочному графику определяют массовую концентрацию антиоксидантов. Градуировочный график показывает зависимость выходного сигнала от концентрации галловой кислоты.

Антиоксидантную активность продуктов пчеловодства оценивают также косвенными методами по содержанию флавоноидных соединений, витамина А, йодному числу, показателю окисляемости, антиокислительной активности, деценовым кислотам.

В исследовании проводили определение массовой доли флавоноидных соединений. Метод основан на экстракции флавоноидных и других фенольных соединений из прополиса, пыльцы и колориметрическом измерении интенсивности окрашивания образовавшегося соединения: витамин А – спектрофотометрически; йодное число – йодометрически; антиокислительная активность – перманганатометрически; массовая доля деценовых кислот – методом обратной алкалометрии; показатель окисляемости – методом, основанном на измерении времени обесцвечивания капли раствора перманганата калия в растворе продукта, подкисленном серной кислотой.

Для определения витамина А исследовались

образцы полифлерной пыльцевой обножки, проведены исследования ботанического происхождения собранных образцов по ГОСТ 31769 [3].

Исследования по определению витамина А проводились согласно ГОСТ 34253 [4].

Исследованы образцы гомогената (ГТР), полученного из трутнёвого расплода разного возраста (5 суток, 9 суток, предкуколки и куколки).

Качество нативного прополиса определяли показателями, характеризующими косвенную антиоксидантную активность, в том числе: окисляемость, массовая доля флавоноидных соединений, йодное число, антиокислительная активность.

Результаты исследования

Самое высокое значение антиоксидантной активности (Lim 0,33-0,47 мг/г) в пересчете на галловую кислоту получено для гречишных мёдов. Это значение в 1,7 раза превышает значение антиоксидантной активности, полученное для каштановых мёдов, в 15 раз больше значения для акациевых мёдов и в 3,2 раза выше значения для сборно-цветочного мёда.

По данным Я.И. Яшина, наибольшее значение суммарного содержания антиоксидантов имеет гречишный мед, это связано с тем, что в пыльце гречихи относительно много флавоноида рутина.

Меньшую АОА (0,23 мг/г) имеют образцы мёда с каштана; минимальная АОА (Lim 0,01-0,04 мг/г) определена в мёде с акацией. Разнотравные мёды, с преобладанием липового, кипрейного, фацелиевого имеют промежуточное значение АОА (Lim 0,07-0,16 мг/г).

Тёмные мёды содержат больше флавоноидных соединений по сравнению со светлыми мёдами. Самое большое содержание флавоноидных соединений в тёмных мёдах, собранных с гречихи. Значение флавоноидных соединений в этих мёдах было в пределах Lim 0,585-0,699 %, а в мёдах с каштана – Lim 0,526-0,567 %. В сборном цветочном мёде пределы колебаний флавоноидных соединений в представленных образцах составляют: Lim 0,230-0,475 %. В акациевых мёдах Lim 0,179-0,218 %.

Таким образом, выявлена взаимосвязь между антиоксидантной активностью и флавоноидными соединениями. Это подтверждается коэффициентом корреляции, который составил 0,9.

Максимальный уровень содержания витамина А определен в образце пыльцевой обножки – 126,4 МЕ/г, где преобладают пыльцевые зерна горчицы посевной (65%). Минимальное значение витамина А – в пыльцевой обножке с преобладанием пыльцевых зерен черемухи обыкновенной (56 %). В нем количество витамина А составляет 50,6 МЕ/г. Пределы колебаний значения витамина А зависят от видовой принадлежности. Содержание суммы восстанавливающих веществ (АОА) максимальное в пыльце яблони домашней – 1,7 мг/г; горчицы белой – 1,5 мг/г и клевера гибридного – 1,4 мг/г. Минимальное содержание суммы веществ с восстанавливающими свойствами определено в пыльцевой обножке гороха посевного – 1,1 мг/г; клена ясенелистного – 0,9 мг/г и черемухи обыкновенной – 0,8 мг/г.



Количество флавоноидных соединений максимально в пыльцевой обножке горчицы белой – 7,8 %, яблони домашней – 7,8 % и клевера гибридного – 6,3 %. Минимально в пыльце черемухи белой – 3,6 %. Окисляемость (содержание ненасыщенных соединений) наименьшая у пыльцевой обножки яблони домашней и горчицы белой 2,0 с; наибольшая у пыльцы черемухи обыкновенной – 4,7 с. Таким образом, наибольшими антиокислительными свойствами обладает пыльцевая обножка с горчицы белой и яблони домашней.

В ГТР с увеличением возраста расплода прослеживается уменьшение показателя окисляемости. Наибольшее значение он имеет у 5-суточных личинок, а наименьшее – у предкуколок и куколок. Наименьшая массовая доля деценовых кислот отмечается в 5-суточных личинках, наибольшая – в куколках. Массовая доля флавоноидных соединений, напротив, снижается, так как личинки 5-6-суточного возраста, в которых данный показатель максимален, получают корм из пыльцы с мёдом, богатый флавоноидами. Содержание витамина А также снижается при увеличении возраста расплода. Для сохранения биологически активных веществ ГТР стабилизируют, однако процесс стабилизации одних веществ ведет к снижению других. Так, в процессе лиофильной сушки АОА ГТР снижается на 25,3 %.

Массовая доля биологически активных флавоноидных соединений, определяемых по ГОСТ 28886 [5], в прополисе составила в среднем, с учетом всех образцов, $51,97 \pm 5,47$ %. Наибольшее количество флавоноидных соединений определили в прополисе Чувашии, Краснодарского края, их количество в 2,4 и 2,79 раза превышает требования ГОСТа (25 %). Флавоноидные соединения играют большую роль в обеспечении антиоксидантной активности. Наименьшее количество флавоноидных соединений содержится в прополисе, собранном в Адыгее ($\text{Lim } 22,13\text{--}50,6$ %).

Показатель окисляемости характеризует ненасыщенные соединения, в основном свободные жирные кислоты; они относятся к продуктам обмена пчел. Большая часть этих кислот хорошо растворяется в воде. При анализе прополиса показатель окисляемости составил в среднем $18,17 \pm 3,71$ с.

Наименьший показатель окисляемости отмечен у прополиса республики Мари Эл – $10,4 \pm 0,51$ с и Чувашии – $11,0 \pm 4,5$ с, что говорит о высоком качестве прополиса и присутствии большого количества ненасыщенных соединений. Прополис Рязанской области, Краснодарского края и Адыгеи имеет показатель окисляемости от 20,05 до 22,4 с.

Результаты исследований показали, что в нативном прополисе содержится $7,11 \pm 0,23$ мг/г, в пересчете на кверцетин (АОА), биологически активных веществ с восстанавливающими свойствами. Чем меньше раствора 0,05 Н перманганата калия расходуется на титрование 1 мл, тем большими антиокислительными свойствами обладает исследуемый продукт.

Самую высокую антиокислительную активность показал прополис Адыгеи ($\text{Lim } 4,9\text{--}10,2$ мг/г), затем, в убывающем порядке по степени антиокислительной активности, следуют образцы прополиса республики Мари Эл ($\text{Lim } 5,78\text{--}11,9$ мг/г), Рязанской области ($\text{Lim } 4,16\text{--}16,44$ мг/г), Чувашии ($\text{Lim } 9,94\text{--}11,9$ мг/г) и Краснодарского края ($\text{Lim } 3,4\text{--}18,5$ мг/г).

Йодное число показывает наличие и количество ненасыщенных соединений, в основном ненасыщенных жирных кислот, способных образовывать с йодом комплексы с переносом заряда. Показатель является относительным и используется для сравнительной оценки. Максимальное значение йодного числа определено у прополиса Рязанской области, минимальное – у прополиса Краснодарского края. Показатели, определяющие антиоксидантную составляющую продуктов пчеловодства, представлены в таблице.

Таблица – Показатели, определяющие антиоксидантную составляющую продуктов пчеловодства

Наименование продукта	Антиоксидантная активность мг/г	Флавоноидные соединения, %	Окисляемость, сек	Антиокислительная активность, мг/г	Витамин А, МЕ/г	Йодное число, г J2/100	Массовая доля деценовых кислот, %
Мед (ботаническое происхождение)							
Гречишный	$0,393 \pm 0,041$	$0,639 \pm 0,03$	$5,0 \pm 1,5$	-	-	-	-
Каштановый	$0,230 \pm 0,000$	$0,547 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,5$	-	-	-	-
Акациевый	$0,025 \pm 0,015$	$0,199 \pm 0,02$	$6,5 \pm 2,5$	-	-	-	-
Сборный цветочный	$0,123 \pm 0,01$	$0,101 \pm 0,01$	$7,5 \pm 1,0$	-	-	-	-
Пыльцевая обножка (ботаническое происхождение)							
Горчица белая <i>Sinapis alba</i> L.	-	7,8	2,0	1,5	126,4	-	-
Горох посевной <i>Pisum sativum</i> L.	-	5,9	3,2	1,1	73,2	-	-
Клевер гибридный (розовый) <i>Trifolium hybridum</i> L.	-	6,3	3,6	1,4	91,2	--	-



Клен ясенелистный, американский Acer negundo L.	-	4,1	4,2	0,9	69,2	-	-
Черемуха обыкновенная Padus racemosa (Lam.) Gleib.	-	3,6	4,7	0,8	50,6	-	-
Яблоня домашняя Malus domestica Borkh	-	7,8	2,0	1,7	128,0	-	-
Прополис							
Прополис, n=58		51,97±5,47	18,17±3,71	7,11±0,23		70,03±2,76	
Рязанская область, n=30		51,96±3,62	21,28±1,37	8,69±0,8		73,36±2,02	
Адыгея, n=5		37,34±5,9	22,4±6,36	7,16±1,009		69,96±6,51	
Краснодарский край, n=4		60,09±4,25	20,05±7,7	12,23±4,54		56,73±3,72	
Республика Мари Эл, n=5		43,2±2,66	10,4±0,51	8,15±1,17		-	
Чувашия, n=3		69,94±3,56	11,0±4,5	10,92±0,98		74,5±5,77	
Трутневый расплод							
5 сут	3,52±0,75	0,591±0,0232	12,2±1,46	1,8	0,31±0,042	37,56±	2,83±0,191
9 сут	-	0,455±0,0171	9,4±1,44	5,1		1,82	3,42±0,132
Предкуколки	-	0,347±0,0384	8,7±0,67	4,3		-	3,52±0,133
Куколки	-	0,343±0,0433	8,7±0,73	4,6			3,53±0,111

Выводы

Повышенной АОА обладают темноокрашенные гречишный и каштановый мёды. Темные мёда содержат больше флавоноидных соединений по сравнению со светлыми мёдами, они проявляют более низкое значение показателя окисляемости; следовательно, ненасыщенных соединений в темных мёдах больше, поэтому выше их антиоксидантная активность.

Наибольшими антиокислительными свойствами обладает пыльцевая обножка с горчицы белой и яблони домашней.

Содержание БАВ изменяется в зависимости от возраста трутневого расплода. Показатель окисляемости и массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений снижаются, а массовая доля деценовых кислот возрастает с увеличением возраста расплода.

Потенциал прополиса в качестве источника антиоксидантов обусловлен высоким содержанием флавоноидных, полифенольных соединений, оксикоричных кислот, фенольных кислот, эфиров фенольных кислот, терпенов, ароматических спиртов и других химических соединений.

Список литературы

1. Будникова, Н. В. Совершенствование технологии производства и хранения трутневого расплода медоносных пчёл: дис. ... канд. с-х. наук. 06.02.10. – Рыбное, 2011.- 159 с.
2. Бурмистрова, Л. А. Физико-химический анализ и биохимическая оценка биологической активности трутневого расплода : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04. - Рязань, 1999. -172 с.
3. ГОСТ 31769-2012. Мед. Метод определения встречаемости пыльцевых зерен. М.: Стандартинформ, 2019.- 20 с.
4. ГОСТ 34253-2017 Продукты пчеловодства. Метод определения витамина А. М.: Стандартинформ, 2017.- 14 с.
5. ГОСТ 28886-2019 Прополис. Технические условия. Стандартинформ, 2019.- 35 с.
6. Экспертиза продуктов пчеловодства. Качество и безопасность : учебник / Е. Б. Ивашевская, О. А. Рязанова, В. И. Лебедев [и др.]. – СПб: Лань, 2017. – 284 с.
7. Спиртовая настойка «Апибад» на основе трутневого расплода и прополиса / В. А. Киселева [и др.] // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: монография/ под ред. А.З.Брандорф,



В.И.Лебедева, М.Н.Харитоновой, А.П.Савина, Л.Н.Савушкиной, А.С.Лизуновой. – Рыбное : ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2019. - 338 с.

8.Орлов, Б. Н. Цветочная пыльца – обножка – перга / Б. Н. Орлов, В. Г. Егорашин. - Н.Новгород : Изд. Николаев Ю.А., 2009.- 176 с.

9.Федина, П. А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П. А.Федина, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Химия растительного сырья. - 2010. – С. 91-97.

10.Хисматуллина, Н. З. Апитерапия. – П. : Мобиле, 2005.- 296 с.

11. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин, В. Ю. Рыжнев, А. Я. Яшин, Н.И. Черноусова. - Москва: Издательство ТрансЛит, 2009. - 212 с.

12.Sawczuk, R., Karpinska, J., & Mityk, W. (2018). What do we know and what we would like to know about drone homogenate. Journal of Ethnopharmacology. doi:10.1016/j.jep.2018.10.042

ANTIOXIDANT COMPOUNDS IN BEEKEEPING PRODUCTS

Vakhonina Elena Alexandrovna, Art. scientific al., Ph.D. S.-kh. Sciences, Landych899@gmail.com

Mitrofanov Dmitry V, scientific al., dima-mitrofanoff2012@yandex.ru

Esenkina Svetlana N., Researcher, esenkinasvetlana@mail.ru

Budnikova Natalia V., Art. scientific al., Ph.D. S.-kh. sciences, beenataliya7@mail.ru;

Repeva Larisa A., ml. scientific al.

Federal state budget scientific institution "Federal scientific center of beekeeping»

Direction of chemical and biological research of beekeeping products, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Center for Beekeeping". In recent years, beekeeping products are positioned as functional foods. The high content of substances with antioxidant activity opens up broad prospects for the use of beekeeping products and their compositions in functional nutrition for human health. The article presents the results of a study of antioxidant activity in honey, pollen, propolis and drone brood. The aim of the study was to study antioxidant activity and other indicators that determine the antioxidant component in beekeeping products. The objects of study were honey, pollen, propolis and drone brood. The objects of study were honey, pollen, propolis and drone brood. The study identified indicators that affect the antioxidant activity of bee products: flavonoid compounds, oxidation in honey; antioxidant activity and vitamin A in pollen; flavonoid compounds, oxidizability, antioxidant activity and iodine number in propolis; flavonoid compounds, oxidizability, antioxidant activity, vitamin A and iodine number in drone brood. The studied indicators serve as reliable markers of the quality of products and the safety of their biologically active components. The research was carried out in the testing laboratory of the Federal State Budget Scientific Institution Scientific Center for Beekeeping and the Bioengineering Center of the RAS. The results obtained indicate that honey, pollen, and drone homogenate have antioxidant activity; propolis has the highest antioxidant activity, as evidenced by the high percentage of flavonoid compounds in it, a high index of iodine number and oxidation index.

Key words: antioxidants, honey, pollen, propolis, drone brood, flavonoid compounds, oxidizability, antioxidant activity, vitamin A, iodine number.

Literatura

1.Budnikova N.V. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva i hraneniya trutneвого rasploda medonosnyh pchyl: dis. kand. s-h. nauk. 06.02.10 – Rybnoe, 2011.- 159 s.

2.Burmistrova L.A. Fiziko-himicheskij analiz i biohimicheskaya ocenka biologicheskoy aktivnosti trutneвого rasploda: Dis. kand. biol. nauk: 03.00.04. Ryazan', 1999. -172 s.

3.GOST 31769-2012. Med. Metod opredeleniya vstrechaemosti pyl'cevyh zeren. M.: Standartinform, 2019.- 20 s.

4.GOST 34253-2017 Produkty pchelovodstva. Metod opredeleniya vitamina A. M.: Standartinform, 2017.- 14 s.

5.GOST 28886-2019 Propolis. Tekhnicheskie usloviya. Standartinform, 2019.- 35 s.

6.Ivashevskaya E.B. Ekspertiza produktov pchelovodstva. Kachestvo i bezopasnost'. Uchebnik / E.B. Ivashevskaya, O.A. Ryazanova, V.I. Lebedev i dr. – SPb: Lan', 2017. – 284 s.

7.Kiseleva V.A. Spirtovaya nastojka «Apibad» na osnove trutneвого rasploda i propolisa // V.A. Kiseleva i dr. Sovremennye problemy pchelovodstva i apiterapii: monografiya/ pod red. A.Z.Brandorf, V.I.Lebedeva, M.N.Haritonovoj, A.P.Savina, L.N.Savushkinoj, A.S.Lizunovoj. – Rybnoe: FGBNU «FNC pchelovodstva», 2019. - 338 s. – 2019.

8.Orlov B.N., Egorashin V.G. Cvetoch'naya pyl'ca – obnozhka – perga.-N.Novgorod.: Izd. Nikolaev YU.A., 2009.- 176 s.

9.Fedina, P.A. Opredelenie antioksidantov v produktah rastitel'nogo proiskhozhdeniya amperometricheskim metodom / P.A.Fedina, A.YA. YAshin, N.I. CHernousova // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2010. – S.91-97.

10.Hismatullina N.Z. Aпитерапия. –П.: Мобиле, 2005.- 296 с.

11.Yashin A.I., Ryzhnev V.YU., YAshin A.YA.. CHernousova N.I. Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevyh produktah i ih vliyaniye na zdorov'e i starenie cheloveka.- Moskva: Izdatel'stvo TransLit, 2009.-212 s.

12.Sawczuk, R., Karpinska, J., & Mityk, W. (2018). What do we know and what we would like to know about drone homogenate. Journal of Ethnopharmacology. doi:10.1016/j.jep.2018.10.042



УДК 638.132.2

DOI 10.36508/RSATU.2020.52.99.002

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ

ГУДИМОВА Нина Алексеевна, научн. сотрудник направления рационального использования медоносных ресурсов и природопользования, gybpoebee@mail.ru

САВИН Анатолий Павлович, д-р с.-х. наук, гл. научн. сотрудник направления рационального использования медоносных ресурсов и природопользования, gybpoebee@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства»

Объектом исследования является сильфия пронзеннолистная. На смену однолетним энергозатратным травам должны прийти долголетние высокопродуктивные культуры с высокой питательной ценностью. Исследования многих ученых показали перспективность возделывания сильфии в качестве многолетней высокоурожайной кормовой культуры, используемой на зеленый корм и силос в различных почвенно-климатических условиях России. Кроме того, сильфия пронзеннолистная отличается повышенным содержанием протеина, каротина и минеральных веществ. У сильфии стебель прямой, толстый, четырехгранный, облиственный, сочный, высотой от 170 см., листья сидячие длиной 30-35 см, шириной 15-25 см. Корни и корневища сильфии образуют корневую систему смешанного типа. Плод – семянка длиной 10-12 мм, масса 1000 семян – 18-20 г. Целью наших исследований являлось выявление оптимальных доз минеральных удобрений для повышения кормовой, нектарной и семенной продуктивности сильфии пронзеннолистной. По методике ВНИИК проводили учет густоты стояния растений, учет урожайности зеленой массы, определение структуры урожая, а методом высушивания до постоянного веса при $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ Р 52838-2007) определяли сухое вещество. Определение редуцирующих сахаров в нектарных пробах – микрометодом Гагедорн-Иенсена. Схема опыта включала 4 варианта. Наблюдения проводились на старовозрастном посеве сильфии. Сильфия была посеяна в 1973 г. и произрастает на одном участке. Площадь опытных делянок – 10 м², повторность четырехкратная. Как показали исследования, при внесении полного комплекса минеральных удобрений была получена наибольшая кормовая продуктивность, что выше контроля в 1,5 раза. При этом оплата 1 кг действующего вещества азотных удобрений прибавкой сухого вещества в данном варианте составила 84,5 кг. Высокая сахаропроductивность получена в четвертом варианте, она в 2,73 раза превышает контроль. Высокая семенная продуктивность также получена в четвертом варианте, она в 2,28 раза превышает контроль.

Ключевые слова: пчеловодство, сильфия пронзеннолистная, кормовая продуктивность, сахаропроductивность, семенная продуктивность, минеральные удобрения.

Введение

Важным направлением в инновационном развитии сельскохозяйственного производства является совершенствование структуры посевных площадей кормовых культур в полевых севооборотах. На смену энергозатратным однолетним травам должны прийти долголетние высокопродуктивные культуры с высокой питательной ценностью. Одной из таких культур может быть сильфия пронзеннолистная – крупнотравное долголетнее поликарпическое растение с монокарпическими побегами семейства астровых.

Сильфия пронзеннолистная на первом этапе заинтересовала исследователей в качестве декоративного растения. В советское время в начале 60-х годов, когда сельскохозяйственные предприятия массово стали заготавливать на зимний период силос, ею заинтересовались как кормовой культурой государственные сельскохозяйственные опытные станции многих регионов: в первую очередь, Ленинградской области, Коми АССР, Бе-

лоруссии, а затем Московской, Вологодской, Новосибирской и др. областей [2-4, 7].

Исследования многих ученых показали перспективность возделывания сильфии в различных почвенно-климатических условиях России в качестве многолетней высокоурожайной кормовой культуры, используемой на зеленый корм и силос [1, 10-12].

Сильфия имеет озимый тип развития, она неприхотлива к почвам, отличается продолжительным периодом использования (20 и более лет), устойчива к болезням и вредителям. Почва для посева готовится так же, как и для озимых культур, а лучшими предшественниками для нее являются озимые и пропашные культуры. Сильфию размножают семенами и вегетативно, путем деления корневищ на черенки. У сильфии стебель прямой, толстый, четырехгранный, облиственный, сочный, высотой от 170 см, листья сидячие длиной 30-35 см, шириной 15-25 см. Корни и корневища сильфии образуют корневую систему сме-



шанного типа. Плод – семянка длиной 10-12 мм, масса 1000 семян – 18-20 г.

Сильфия пронзеннолистная отличается повышенным содержанием протеина, каротина и минеральных веществ [1, 6, 7, 14, 15].

Сильфия легко силосуется даже в чистом виде благодаря большому содержанию сахаров. Зеленая масса может быть использована для откорма скота в свежем виде или силосе. По питательной ценности и урожайности сильфия не уступает кукурузе.

Как медоносную культуру сильфию пронзеннолистную изучали в меньшей степени. Однако данные НИИ пчеловодства за последние 15 лет говорят о ее медоносном потенциале [5, 8, 9, 13, 16, 17].

В повышении продуктивности сельскохозяйственного производства решающую роль играют минеральные удобрения. Полевые опыты с удобрениями при возделывании сильфии пронзеннолистной в различных почвенно-климатических условиях показали высокую эффективность данного приема. Учитывая высокую потенциальную продуктивность сильфии пронзеннолистной, можно предположить, что особенно эффективным является внесение высоких норм азотных удобрений на фоне фосфорно-калийных.

Результаты исследований, проведенных в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, показали, что урожайность сильфии на неудобренном фоне составила 80,1 т/га; применение N_{60} под сильфию дает прибавку урожая 5,1 т/га, применение $N_{90}P_{60}K_{90}$ – 8,5 т/га, а применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 12,8 т/га [18].

Сильфия формирует на плодородных почвах высокую кормовую, нектарную, семенную продуктивность, она хорошо реагирует на удобрение и известкование.

Таблица 1 – Кормовая продуктивность сильфии пронзеннолистной в зависимости от удобрений (в среднем за 2 года)

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы, ц/га	% сухого вещества	Урожайность сухого вещества, ц/га	Структура урожая, %		
				стебли	листья	соцветия
1. Контроль (без удобрения)	538,0	27,6	148,5	65,5	26,8	7,7
2. Фон $P_{60}K_{90}$	602,5	25,1	151,2	63,3	28,2	8,5
3. Фон + N_{60}	730,4	23,7	173,1	66,3	25,0	8,7
4. Фон + N_{90}	955,1	23,8	227,3	66,7	25,7	7,6
НСР ₀₅	83,4					

Необходимо отметить высокую продуктивность зеленой и сухой массы сильфии пронзеннолистной даже на контроле без внесения минеральных удобрений.

Внесение фосфорно-калийных удобрений практически не повлияло на увеличение урожайности зеленой и сухой массы. В большей степени на увеличение продуктивности сильфии пронзеннолистной влияет внесение азотных удобрений на фосфорно-калийном фоне. Так, при внесении N_{60} урожайность зеленой и сухой массы увеличилась

Объекты и методы исследований

Целью наших исследований являлось выявление оптимальных доз минеральных удобрений для повышения кормовой, семенной и нектарной продуктивности сильфии пронзеннолистной.

По методике ВНИИК проводили учет густоты стояния растений, учет урожайности зеленой массы, определение структуры урожая, а методом высушивания до постоянного веса при $t = 105^\circ C$ (ГОСТ Р 52838-2007) определяли сухое вещество. Определяли нектаропродуктивность методом смывания [12], редуцирующих сахаров в нектарных пробах – микрометодом Гагедорн-Иенсена.

Схемы опыта включала 4 варианта: 1) без удобрений (контроль); 2) $P_{60}K_{90}$ – фон; 3) фон + N_{60} ; 4) фон + N_{90} .

Наблюдения проводили в 2018 и 2019 годах на опытном участке ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» на старовозрастном посеве сильфии. Сильфия была посеяна в 1973 г. и произрастает на одном участке. Площадь опытной делянки 10 м², повторность четырехкратная. Удобрения под сильфию ранее не вносили. Удобрения вносили один раз весной в виде подкормки. Рано весной под сильфию согласно схеме опыта вносили аммиачную селитру из расчета азота 60 и 90 кг/га, суперфосфата двойного – из расчета фосфора 60 кг/га и сульфата калия из расчета действующего вещества калия 90 кг/га. Почва серая лесная, тяжелосуглинистая. По данным, полученным из ФБГУ САС «Подвязевская», содержание гумуса 4,26, подвижного фосфора – 33,2 мг, калия – 11,4 мг на 100 г почвы, pH солевой 5,5; ЕС = 0,15-0,26.

Результаты исследований

Как показали исследования, сильфия характеризуется высокой кормовой продуктивностью при скашивании в конце цветения (табл.1).

соответственно в 192,4 и 24,6 ц/га, а при внесении N_{90} – на 417,1 и 78,8 ц/га.

Наивысшая урожайность зеленой и сухой массы получена в четвертом варианте при внесении полного комплекса минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{90}$) и составила, соответственно, 955,1 и 227,3 ц/га, что выше по сравнению с контролем без удобрений в 1,5 раза. При этом оплата 1 кг действующего вещества азотных удобрений прибавкой сухого вещества в данном варианте составила 84,5 кг.



Рис-1 Сильфия пронзеннолистная

Наибольший процент содержания сухого веще-

ства наблюдается на контроле без удобрений. При внесении фосфорно-калийных удобрений данный показатель снижается на 2,5 %. Дальнейшее снижение на 1,4-1,3 % происходит при внесении азотных удобрений на фоне фосфорно-калийных.

Структура урожая, а именно процентное соотношение стеблей, листьев и соцветий во многом определяет потенциальную ценность корма. Наибольшее содержание основных питательных веществ сосредоточено в листьях и соцветиях, наименьшее количество – в стеблях. Результаты наших исследований говорят о преобладании в структуре урожая зеленой массы сильфии пронзеннолистной стеблей, их доля составляет от 63,3 до 66,7 %, на листья и соцветия приходится 36,7-33,3 %.

Результаты химического анализа (табл. 2) показывают высокое содержание основных питательных веществ в конце цветения сильфии; так, в среднем за 2 года, содержание сырого протеина составило в листьях 15,2 %; соцветиях – 12,8 % на сухое вещество.

Таблица 2 – Химический состав растений сильфии пронзеннолистной
(в % на сухое вещество, средне-взвешенное за 2 года)

Органы растений	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырая зола	Магний	Калий	Кальций	Фосфор	Каротин	БЭВ
Листья	15,2	8,1	2,1	20,8	0,54	1,36	5,81	0,31	92	57,4
Соцветия	12,8	22,0	2,0	10,9	0,34	2,70	1,6	0,35	44	52,8
Ср.взвешенное	11,9	16,3	1,9	16,1	0,38	1,57	4,08	0,32	57,3	55,5

Содержание клетчатки в корме также имеет важное значение для оценки его качества. Данные химического анализа показывают высокое содержание клетчатки в стеблях и соцветиях. Учитывая, что интервал оптимального содержания сырой клетчатки в корме должен находиться в пределах 20-28 %, можно констатировать, что данный показатель не превышает оптимальных параметров.

В кормлении сельскохозяйственных животных наряду с органической частью корма большое значение имеет его минеральный состав. В корме наличие минеральных веществ определяется зоольностью.

Высокое содержание сырой золы отмечено во

всех органах сильфии пронзеннолистной по данным биохимического анализа.

Сильфия пронзеннолистная отвечает зоотехническим требованиям кормления крупного рогатого скота, удовлетворяет потребность животных в наличии калия, кальция и фосфора. Особенно выделяется повышенное содержание кальция. При норме в кормлении 0,4-0,5 % его средневзвешенное содержание составляет 4,08 % на сухое вещество.

Таким образом, травостой сильфии пронзеннолистной даже при скашивании в поздние фазы вегетации позволяет заготовить корм с высоким содержанием основных питательных веществ.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на нектаропродуктивность сильфии пронзеннолистной
(в среднем за 2 года)

Вариант опыта	Продолжительность цветения, дней	Кол-во корзинок на 1 растении, шт.	Кол-во цветков в 1 корзинке, шт.	Содержание сахара в нектаре в сутки, мг/100 цветков	Сахаропродуктивность, кг/га
1. Контроль (без удобрения)	79	20,8	77,3	20,2	202,6
2. Фон P ₆₀ K ₉₀	81	22,7	88,7	21,2	268,9
3. Фон + N ₆₀	84	28,7	108,7	22,2	436,3
4. Фон + N ₉₀	87	39,5	134,8	16,5	553,5
НСР ₀₅					31,9



Как видно из табл.3, увеличение продолжительности цветения сальфии на 2-8 дней происходит за счет внесения минеральных удобрений, особенно азотных.

Если внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивает количество корзинок в 1,1 раза, то внесение возрастающих доз азота – в 1,8 и 1,9 раза. Такая же закономерность наблюдается по количеству цветков в одной корзинке. Содержание сахара в одном цветке примерно одинаково, за исключением варианта с внесением N_{90} , где этот показатель несколько снижается. Однако в целом на нектаропродуктивность сальфии в дан-

ном варианте это снижение не влияет вследствие наибольшего количества цветков. Нектаропродуктивность в варианте фон + N_{90} высокая, она в 2,73 раза превышает контроль.

Важное значение имеет высота растений (табл. 4), так как более высокие растения имеют большую длину соцветия, несущую семена, и, следовательно, более высокую семенную продуктивность. Высота растений увеличивается с 200,6 до 248,32 см, т.е. в 1,24 раза при внесении минеральных удобрений. При этом масса семян одного растения увеличивается в 1,25, 1,82, 2,28 раза по сравнению с контролем.

Таблица 4 – Семенная продуктивность сальфии пронзеннолистной в зависимости от удобрений (в среднем за 2 года)

Вариант опыта	Высота растений, см	Масса 1000 шт. семян, г	Масса семян с 1 растения, г	Семенная продуктивность, /га
1. Контроль – без удобрений	200,6	18,35	1,1	4,33
2. Фон $P_{60}K_{90}$	214,4	20,27	1,38	5,43
3. Фон + N_{60}	232,2	21,04	2,0	7,94
4. Фон + N_{90}	248,32	21,79	2,51	9,88
HCP_{05}				0,37

Исследования показывают (табл. 4), что минеральные удобрения существенно влияют на семенную продуктивность сальфии – с 4,33 ц/га в 1-м варианте без удобрений до 9,88 ц/га в 4-м варианте при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$, т.е. в 2,28 раза больше.

Выводы

1. Как показали исследования, сальфия пронзеннолистная характеризуется высокой урожайностью зеленой и сухой массы при внесении полного минерального удобрения. Особенно хорошо она реагирует на внесение возрастающих доз азотных удобрений. Наивысшая урожайность зеленой и сухой массы получена при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$ и составила, соответственно, 995,1 и 227,3 ц/га, что выше контроля на 417,1 и 78,8 ц/га.

2. Внесение азотных удобрений влияет на повышение сахаропродуктивности сальфии пронзеннолистной. Если внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивает данный показатель только в 1,3 раза, то внесение N_{60} и N_{90} – в 2,2 и 2,73 раза соответственно.

3. Результаты химического анализа показывают, что травостой сальфии пронзеннолистной, убранной на силос в конце цветения, отвечает зоотехническим требованиям кормления КРС по содержанию калия, фосфора, кальция.

4. Внесение минеральных удобрений существенно влияет на семенную продуктивность сальфии. Так, внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивает урожайность семян сальфии на 1,1 ц/га; внесение N_{60} увеличивают урожайность на 3,61 ц/га, а N_{90} – на 5,55 ц/га.

5. Сальфия пронзеннолистная отзывчива на внесение минеральных удобрений – существенно повышается урожайность зеленой и сухой массы,

нектарная и семенная продуктивность и в перспективе может быть использована в медоноснокормовом направлении.

Список литературы

1. Асемкулова Г.Б. Влияние сроков, способов посева и режимов орошения на урожайность нетрадиционных кормовых культур в условиях Алтайской области // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2012. - № 3 (89). – С.18-21.
2. Балиашвили Л. и др. Сальфия // Пчеловодство. – 2000. - № 4. – С.28-29.
3. Вавилов П.П., Кондратьев А.А. Новые кормовые культуры. – М., 1975. – 634 с.
4. Вавилов П.П., Балышев Л.Н. Полевые сельскохозяйственные культуры СССР. – М.: Колос, 1984. – С.61-62.
5. Грицак З.И. Сальфия – культура медоносная // Пчеловодство. – 1975. - № 4. – С.20-22.
6. Данилов К.П. Влияние срока посева на урожайность сальфии пронзеннолистной // Известия Оренбургского государственного агроуниверситета. – 2019. - № 4(41). – С.42-45.
7. Емелин В.А. Влияние загущенного посева на формирование рассады растений и урожайности сальфии пронзеннолистной при сменном и вегетативном размножении растений // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 4. – С.29-33.
8. Кривцов Н.И., Савин А.П., Сокольский С.С. и др. Медоносные растения европейской части России и их пыльца. – Рязань-Рыбное, 2009. – 328 с.
9. Кучеров Е.В., Сираева С.М. Сальфия пронзеннолистная // Пчеловодство. – 1987. - № 1. – С.15-16.
10. Кондратьев Е.К., Ротару В.С. Новые интенсивные кормовые культуры и их значение для жи-



вотноводства. – М., 1979. – С.33-36.

11. Медведев П.Ф. Малораспространенные кормовые культуры. – Л.: Колос, 1970. – С.155-159.

12. Медведев П.Ф., Сметанникова А.И. Кормовые растения европейской части СССР. – Л.: Колос, 1981. – 336 с.

13. Полуянов В.А. Выращивайте сальфию пронзеннолистную // Пчеловодство. – 1972. – № 3. – С.26-27.

14. Рубан Г.А., Зайнуллина К.С., Михович Ж.Э. Сальфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum*) – культивирование и перспективы использования в условиях Республики Коми // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 4(23).

15. Савин А.П. Медоносная и кормовая цен-

ность сальфии пронзеннолистной // Материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф. по пчеловодству. – Рыбное, 2004. – С.265-268.

16. Савин А.П. Медоносно-кормовая культура сальфия пронзеннолистная // Инновации в пчеловодстве: мат. Межд. науч.-практ. конф. (11-14 ноября 2008 г., Адлер). – Рыбное: НИИП, 2009. – С.238-243.

17. Савин А.П., Докукин Ю.В. Технологии возделывания основных медоносных культур. – Рязань: Рязоблтипография, 2010. – С.111.

18. Новичихин А.М., Пискарева Л.А. Изучение элементов технологии возделывания сальфии пронзеннолистной // Символ науки. – 2016. – № 10. – С.38-41.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF PRONZENNOLISTNOY SYLPH

Gudimova Nina A., researcher in the direction of rational use of honey resources and nature management
Savin Anatoly P., doctor of agricultural Sciences, chief researcher of the direction of rational use of honey resources and nature management, rybnoeb@mail.ru

Federal state budget scientific institution "Federal scientific center of beekeeping»

The object of study is *Silvia* standardized. Long-term, highly productive crops with high nutritional value should replace annual energy-intensive herbs. Studies by many scientists have shown the prospects of cultivating *silfia* as a long-term high-yielding forage crop used for green fodder and silage in various soil and climatic conditions of Russia. In addition, the *pronzenolistnaya Sylvia* is characterized by an increased content of protein, carotene and minerals. The stem is erect, thick, tetrahedral, juicy, well-leaved and non-spreading. The roots and rhizomes of the *sylph* form a mixed-type root system. The fruit of the *sylph* is a heart-shaped *Diptera* achene 10-12 mm long, brown in color. The weight of 1000 seeds is 18-20 g. The Purpose of our research was to identify the optimal doses of mineral fertilizers to increase the feed and nectar productivity of the *pronzenolistnaya sylph*. Taking into account the density of standing plants, taking into account the yield of green mass, determining the structure of the crop was carried out using the method of the all-Union research Institute of feed. Determination of dry matter - by drying to a constant weight at $t = 105^{\circ}\text{C}$ (GOST R 52838-2007). Determination of reducing sugars in nectar samples – micromethod Hagedorn of St. Petersburg. The experience scheme included 4 options. The observations were carried out at the experimental site of the Federal state budgetary institution "FNC of beekeeping" on an old-age *silfia* crop. *Sylvia* was sown in 1973 and grows in one area. The area of experimental plots is 10 m², the repeatability is fourfold. Studies have shown that the highest yield of green and dry mass was obtained in the fourth variant when using a full complex of mineral fertilizers, which is 1.5 times higher compared to the control without fertilizers. At the same time, the payment for 1 kg of the active substance of nitrogen fertilizers with the addition of dry matter in this version was 84.5 kg. High sugar productivity was also obtained in the fourth version, it is 2.73 times higher than the control.

Key words: beekeeping, *Silvia* standardized, forage productivity, the Sahara and productivity, seed productivity, mineral fertilizers.

Literatura

1. Asemkulova G.B. Vliyanie srokov, sposobov poseva i rezhimov orosheniya na urozhajnost netradsionnykh kormovykh kultur v usloviyakh almatinskoy oblasti // Vestnik altajskogo agrarnogo univer-siteta. – 2012. – 3 (89). – С.18-21.

2. Baliashvili L. i dr. Silfiya // Pchelovodstvo. – 2000. – 4. – С.28-29.

3. Vavilov P.P., Kondratev A.A. Novye kormovye kultury. – М., 1975. – 634 с.

4. Vavilov P.P., Balyshev L.N. Polevye selskokhozyajstvennye kultury sssr. – М.: Kolos, 1984. – с.61-62.

5. Gritsak Z.I. Silfiya - kultura medonosnaya // Pchelovodstvo. – 1975. – 4. – С.20-22.

6. Danilov K.P. Vliyanie sroka poseva na urozhajnost silfii pronzenolistnoj // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrouniversiteta. – 2019. – 4(41). – С.42-45.

7. Emelin V.A. Vliyanie zaguschennogo poseva na formirovanie rassady rastenij i urozhajnosti silfii pronzenolistnoj pri smennom i vegetativnom razmnnozhenii rastenij // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj selskokhozyajstvennoj akademii. – 2013. – 4. – С.29-33.

8. Krivtsov N.I., Savin A.P., Sokolskij S.S. i dr. Medonosnye rasteniya evropejskoj chasti Rossii i ikh pyltsa. – Ryazan-Rybnoe, 2009. – 328 с.

9. Kucherov E.V., Siraeva S.M. Silfiya pronzenolistnaya // Pchelovodstvo. – 1987. – 1. – С.15-16.

10. Kondratev E.K., Rotaru V.S. Novye intensivnye kormovye kultury i ikh znachenie dlya zhivotnovodstva. – М., 1979. – С.33-36.

11. Medvedev P.F. Malorasprostrannnye kormovye kultury. – М.: Kolos, 1970. – С.155-159.



12. Medvedev P.F., Smetannikova A.I. Kormovye rasteniya evropejskoj chasti sssr. - M.: Kolos, 1981. - 336 s.
13. Poluyanov V.A. Vyraschivajte silfyu pronzennolistnuyu // Pchelovodstvo. - 1972. - 3. - S.26-27.
14. Ruban G.A., Zajnulina K.S., Mikhovich Zh.E. Silfyu pronzennolistnaya (*Silphium perfoliatum*) - kultivirovanie i perspektivy ispolzovaniya v usloviyakh respubliki komi // Agrarnaya nauka evro-severo-vostoka. - 2011. - 4(23).
15. Savin A.P. Medonosnaya i kormovaya tsennost silfii pronzennolistnoj // Materialy 5-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. po pchelovodstvu. - Rybnoe, 2004. - S.265-268.
16. Savin A.P. Medonosno-kormovaya kultura silfyu pronzennolistnaya // Innovatsii v pchelovodstve: mat. mezhd. nauch.-prakt. konf. (11-14 noyabrya 2008 g., Adler). - Rybnoe: NIIP, 2009. - S.238-243.
17. Savin A.P., Dokukin Yu.V. Tekhnologii vozdel'yvaniya osnovnykh medonosnykh kultur. - Ryazan: Ryazoblitpografiya, 2010. - S.111.
18. Novichikhin A.M., Piskareva L. A. Izuchenie elementov tekhnologii vozdel'yvaniya silfii pronzennolistnoj // Simvol nauki. - 2016. - № 10. - S.38-41.



УДК 638.16

DOI 10.36508/RSATU.2020.35.43.003

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА СОСТАВ И СВОЙСТВА МЁДА

ЕСЕНКИНА Светлана Николаевна, научный сотрудник, EsenkinaSvetlana@mail.ru
СЕРЕБРЯКОВА Оксана Владимировна, мл. научный сотрудник, oksana.sazonova.94@mail.ru
РУСАКОВА Татьяна Михайловна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник
ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства»

Настоящая работа рассматривает влияние отрицательных температур на состав и свойства мёда натурального. Какова оптимальная температура хранения мёда – этот вопрос не перестаёт быть актуальным среди пчеловодов. Таким образом, цель исследования – определить влияние отрицательных температур и различных режимов хранения мёда на его состав и свойства. Объектом исследования стал мёд натуральный разных сроков и условий хранения. Исследования проведены в испытательной лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства». Определение показателей качества мёда проводилось по ГОСТ 19792-2017 «Мёд натуральный. Технические условия». Опытные образцы мёда натурального подвергали воздействию отрицательных температур в различных временных режимах; при $-5-8^{\circ}\text{C}$, при -10°C , при -18°C (в течение одного и трех месяцев). Кроме основных показателей качества мёда, были получены данные об изменении содержания витаминов в образцах мёда, которые хранились при разных температурных режимах. Собраны дополнительные сведения о взаимосвязи микроклиматических параметров помещения для хранения мёда и основных показателей его качества. По результатам исследования можно сделать вывод, что существенных различий в значениях показателей качества мёда при хранении при $-5-8^{\circ}\text{C}$, -10°C и -18°C в течение одного и трех месяцев в наших экспериментах не выявлено.

Ключевые слова: мёд натуральный, отрицательные температуры, условия хранения, показатели качества, витамины.

Введение

С химической точки зрения мёд можно определить как натуральную пищу, состоящую в основном из сахаров и воды вместе с второстепенными компонентами, такими как минералы, витамины, аминокислоты, органические кислоты, флавоноиды и другие фенольные соединения и ароматические вещества. Этот состав связан с ботаническим и географическим происхождением и может претерпевать значительные изменения в зависимости от времени и условий хранения [5].

Мёд, безусловно, является одним из продуктов, который требует наименьшего количества технологических приемов перед выходом на рынок. Очень важным показателем для коммерческой оценки производителей мёда является так называемая медовая свежесть: под этим параметром

понимается способность сохранять оригинальные физико-химические и сенсорные характеристики в течение длительного времени [1].

Хранение мёда – важный этап при его производстве. Мёд теряет многие свои ценные качества и значительно меняет свои свойства и состав, претерпевая сложные процессы биохимического и физико-химического плана, если его неправильно хранят. Чем ниже температура хранения мёда, тем дольше сохраняется продукт.

Теоретические основы влияния отрицательных температур на состав и свойства мёда натурального

Согласно ГОСТ 19792-2017 Мёд натуральный. Технические условия. мёд должен храниться при температуре не выше 20°C [2].

Благодаря своему уникальному составу и хи-



мическим свойствам мед пригоден для длительного хранения.

Под действием окружающей среды разрушаются полезные составляющие (в том числе витамины), входящие в состав продукта; происходит разложение сахаров на более простые; накапливаются летучие соединения; ферменты изменяют свою активность. В меде содержится небольшое количество витаминов, особенно комплекса витаминов группы В, которые находятся в пыльце в виде суспензии. Витамины, содержащиеся в меде, включают тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), никотиновую кислоту (B_3), пантотеновую кислоту (B_5), пиридоксин (B_6), биотин (B_7 или Н) и фолиевую кислоту (B_9). Витамин С также присутствует. Витамины, содержащиеся в мёде, сохраняются благодаря низкому рН мёда. Фильтрация меда может привести к снижению содержания витаминов из-за почти полного удаления пыльцы. Другим фактором, который вызывает потерю витаминов в меде, является окисление аскорбиновой кислоты перекисью водорода, продуцируемой глюкозооксидазой. Аскорбиновая кислота является преобладающим витамином, и она обычно содержится почти во всех видах меда. Содержание витамина С является одним из показателей, часто используемых для оценки качества пищевых продуктов, поскольку он очень чувствителен к химическому и ферментативному окислению, которое в дальнейшем ускоряется такими факторами, как свет, кислород или тепло.

Высокое качество мёда для потребителя определяется его ароматом и вкусом. Медовый аромат получается из сложных смесей летучих соединений, которые могут различаться в зависимости от нектара или росы, превращения пчелами растительных компонентов в другие соединения с летучими свойствами, от условий обработки, особенно нагревания и хранения. Условия хранения оказывают влияние на сенсорные характеристики мёда. Исходя из коммерческой важности медового аромата, необходимо обратить внимание на изменения, которые происходят в летучей фракции мёда вследствие длительного хранения. С сенсорной точки зрения несоответствующие условия хранения могут вызывать запахи и вкусы, отличные от показателей свежего меда. В настоящее время одним из самых вкусных и высококачественных медов, особенно ценимых за его приятный аромат и вкус, считается вересковый мёд. Этот вид меда практически не изучен с химической и сенсорной точек зрения. Имеется информация о проведенных исследованиях по изучению изменения физико-химических показателей, летучего состава и сенсорных свойств верескового меда, хранящегося в течение 12 месяцев при различных температурах. В результате таких исследований выявлено, что качество хранимого верескового меда и его оптимальные сенсорные свойства сохраняются при более низких температурах [3].

Одним из главных факторов долгого хранения мёда является температурный режим. В домашних условиях рекомендуют хранить мёд в погребе или холодильнике. Можно хранить мёд при отрицательных температурах. Имеются также данные,

что отрицательная температура в зимний период для меда не вредна. Предполагают, что в этих условиях все ценные лечебно-диетические свойства полностью сохраняются. Хранение мёда связано с уменьшением активности энзимов.

По мнению Чепурного И.П., мед нельзя охлаждать ниже -5°C , так как происходит разрушение ферментов, поэтому диастазная активность уменьшается, разрушаются витамины [6].

В других (зарубежных) источниках сообщается о том, что температура оказывает существенную роль на процессы кристаллизации мёда, в то же время существует очень мало информации о кристаллизации меда, хранящегося при температурах замораживания. Кристаллизация меда – это сложное явление, представляющее интерес для пчеловодов и переработчиков. Когда кристаллизация происходит во время хранения нежелательным и неконтролируемым образом, это приводит к тому, что продукт будет менее привлекательным для потребителя.

В Аргентине проводились исследования медов, хранящихся при температуре минус 20°C . Цель исследований заключалась в корреляции различных параметров с кристаллизацией меда, хранящегося при температуре минус 20°C . Было выявлено, что при понижении температуры вязкость увеличивается, замедляя кристаллизацию. Кристаллизация при температуре -20°C была предпочтительна в образцах мёда с более высоким значением массовой доли влажности.

Имеется информация о влиянии замораживания на качество рапсового меда, полученная польскими учеными. Рапс в основном выращивается в Центральной и Восточной Европе для производства масла из семян. Это растение представляет собой один из важнейших источников нектара для пчел. Из-за высокой концентрации глюкозы (в среднем 40,5 %) рапсовый мед подвергается кристаллизации относительно быстро (часто в закристаллизованном виде с очень мелкими кристаллами). Кристаллизация этого меда состоит из двух процессов: образование кристаллов и их постепенный рост (по форме и размеру), которые зависят от состава меда и температуры хранения.

Несмотря на то, что кристаллизация является естественным процессом и не снижает качество меда, потребители неизменно отдают предпочтение свежему жидкому меду. После сбора мед проходит последующие стадии, которые включают в себя различные операции обработки и периоды хранения вплоть до потребления. Комнатная температура хранения меда в домашних условиях дифференцируется в зависимости от конкретных географических особенностей отдельных регионов и сезонов года. Кроме того, герметически закрытый мед можно безопасно хранить в морозильной камере. Низкие температуры замедляют (или почти полностью останавливают) процесс кристаллизации, предотвращают ферментацию и снижают вязкость. Кроме того, понижение температуры ведет к тому, что замедляются другие химические процессы, особенно при температурах ниже 0°C . Тем не менее, процесс замораживания в меде не проис-



ходит, и, более того, снижение температуры меда до 0 °С не оказывает общего негативного влияния на его качество. Как следствие, хранение меда в морозильной камере является лучшим и наиболее щадящим способом поддержания качества меда в долгосрочной перспективе. Так, целью исследования являлось изучение влияния температуры хранения в течение 18 месяцев (комнатной и морозильной) на физико-химические свойства, цвет и реологическое поведение рапсового меда. В ходе исследований выяснили, что влажность, свободная кислотность и электропроводность сырого рапсового меда не зависят от температуры хранения. При температуре замораживания сохранялись свежесть сырого меда (выраженную в содержании ГМФ и диастазной активности) и цветовые характеристики (легкость, оттенок, индекс белизны и интенсивность окраски), но значительно повышалась вязкость [4]. Хранение меда при комнатной температуре дифференцировало окраску в большей степени, чем замораживание, и значительно увеличивало содержание ГМФ и снижало диастазную активность. Температура замораживания сохраняла свежесть сырого меда (выраженную в содержании ГМФ и диастазной активности) и цветовые характеристики (легкость, оттенок, интенсивность окраски), но значительно повышала вязкость [4].

Объекты и методы исследования

Целью нашего исследования являлось изучение влияния отрицательных температур на состав и свойства меда.

В ходе достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) сбор образцов и заготовка проб меда разного ботанического происхождения для проведения исследования;
- 2) исследование заготовленных контрольных образцов на соответствие требованиям государственного стандарта на мед натуральный – ГОСТ 19792-2017 Мед натуральный. Технические условия;
- 3) исследование водорастворимых витаминов проводили в соответствии с ГОСТ Р 58254-2018 Мед натуральный. Определение водорастворимых витаминов методом капиллярного электрофореза;
- 4) хранение отобранных проб меда в условиях отрицательных температурных режимов: при -5-8 °С, -10 °С, -18 °С (в течение 30 суток и трех месяцев);
- 5) проведение биометрической обработки данных, полученных в результате проведенных исследований.

Определение физико-химических показателей в меде проводили по основным показателям качества меда натурального согласно ГОСТ 19792-2017 Мед натуральный. Технические условия. Исследуемые образцы меда в трех повторностях в стеклянных прозрачных емкостях по 200 мл подвергали влиянию отрицательных температур в соответствии со схемой опыта и исследовали по

следующим показателям: а) массовая доля воды – рефрактометрическим методом (метод заключается в определении показателя преломления, который пересчитывают на массовую доли влаги в меде); б) массовая доля сахарозы – колориметрическим методом; в) массовая доля редуцирующих сахаров – колориметрическим методом (метод заключается в определении оптической плотности раствора железосинеродистого калия после того, как он вступит в реакцию с редуцирующими сахарами меда); г) диастазное число – колориметрическим методом (заключается в определении количества субстрата, расщепленного в условиях проведения ферментативной реакции); д) свободная кислотность – потенциометрическим методом (метод заключается в потенциометрическом определении водородного показателя и нейтрализации свободных кислот раствором гидроксида натрия до 8,3 ед.); е) электропроводность – электрокондуктометрическим методом (метод основан на измерении электрической проводимости 20 % - го водного раствора меда в ячейке с электродами); ж) массовая доля пролина – колориметрическим методом (метод основан на образовании окрашенного комплекса в результате реакции пролина с нингидрином); з) качественная реакция на гидроксиметилфурфураль (метод основан на образовании в кислой среде вещества взаимодействия ГМФ с резорцином, окрашенного в вишневый цвет.)

Определение водорастворимых витаминов группы В проводят методом капиллярного электрофореза, основанным на миграции и разделении заряженных анализируемых компонентов под действием приложенного электрического поля. Промывают капилляр вспомогательным раствором (ведущим электролитом). Далее устанавливают на выходе в рабочее положение пробирку с этим же вспомогательным раствором (электролитом), а на входе – пробирку с пробой и проводят ее ввод. Результаты полученных измерений (электрофоретические данные) обрабатываются установленной программой обобщения. Содержание соответствующего витамина в пробе исследуемого образца меда вычисляют по формуле. Подготовка меда к анализу включает: его гомогенизацию (достижение однородности пробы), растворение как способ экстрагирования из него анализируемого вещества (комплекса витаминов группы В), фильтрацию – удаление мешающих примесей (повышение селективности анализа) и центрифугирование.

Результаты исследования

Все исследуемые образцы меда соответствовали требованиям государственного стандарта по основным физико-химическим показателям согласно ГОСТ 19792-2017 Мед натуральный. Технические условия.

Результаты исследования влияния температуры -5-8 °С на состав и свойства меда представлены в таблице 1.



Таблица 1 – Влияние температуры хранения -5-8 °С на состав и свойства меда (M±m)

Физико-химические показатели мёда	Срок хранения				
	Перед закладкой на хранение	1 месяц	% от исх.	3 месяца	% от исх.
Массовая доля воды, %	16,4±0,66	17,2±0,11	+4,9	17,7±0,07	+7,9
Массовая доля сахарозы, %	4,5±0,51	4,7±0,63	+4,4	5,3±0,42	+17,8
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	72,1±5,78	72,9±0,61	+1,1	72,0±1,91	-0,1
Диастазное число, ед. Готе	15,3±1,47	14,5±0,42	-5,2	13,3±0,25	-13,1
Водородный показатель, pH	3,9±0,00	3,7±0,00	-5,1	3,6±0,00	-7,7
Свободная кислотность, миллиэкв/кг	19,5±0,00	19,3±0,00	-1,0	10,3±0,00	-47,2
Массовая доля пролина, мг/кг	311,3±34,8	276,1±6,74	-11,3	327,3±10,35	+5,1
Качественная реакция на ГМФ	Отр.	Отр.	Отр.	Отр.	Отр.

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что хранение мёда при -5-8 °С сопровождается существенным повышением массовой доли сахарозы, особенно после трех месяцев хранения (на 17,8 %) при сравнительно незначительных изменениях массовой доли редуцирующих сахаров. Отрицательное влияние изучаемых условий хранения сказывается на значении диастазного числа, которое снижается на 5,2 % в течение месяца хранения и на 13,1% после трех месяцев. Хранение мёда в данных условиях отражается в результате биохимических превращений и на показателях массовой доли воды, количество которой возрастает с течением времени. В то же время почти в 2 раза снижается значение свободной кислотности и на 25 % – электропроводности. Эти изменения наблюдаются после трех месяцев хранения при испытываемой температуре и практи-

чески остаются на уровне показателей, которые были перед закладкой опытных образцов при хранении меда в течение одного месяца. На массовую долю пролина, по нашим данным, существенное влияние оказывают свободная кислотность меда и pH среды. После месяца хранения при незначительном изменении этих показателей массовая доля пролина снижается, что характерно для аминокислот. Через три месяца кислотность мёда снижается, что находит отражение в значениях pH и свободной кислотности (pH на 5,1 %; свободная кислотность – на 47,2 %). В этих условиях количество пролина в меде возрастает. Температура хранения и период хранения меда не повлияли на содержание в нем ГМФ.

Результаты исследования влияния температуры -10 °С на состав и свойства меда представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние температуры хранения -10 °С на состав и свойства меда (M±m)

Физико-химические показатели мёда	Срок хранения				
	Перед закладкой на хранение	1 месяц	% от исх.	3 месяца	% от исх.
Массовая доля воды, %	16,4±0,66	17,4±0,05	+6,1	17,2±0,06	+4,9
Массовая доля сахарозы, %	4,5±0,51	3,6±0,95	-20,0	3,7±0,60	-17,8
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	72,2±5,78	73,1±0,74	+1,2	73,3±0,46	+1,5
Диастазное число, ед. Готе	15,3±1,47	13,5±0,61	-11,8	15,2±0,31	-0,7
Водородный показатель, pH	3,9±0,00	3,6±0,00	-7,7	3,7±0,00	-5,1
Свободная кислотность, миллиэкв/кг	19,5±0,00	20,4±0,00	+4,6	9,9±0,00	-49,2
Электропроводность, мСм/см	0,7±0,00	0,7±0,00	0,0	0,6±0,00	-14,3
Массовая доля пролина, мг/кг	311,4±40,47	243,9±5,13	-21,7	335,9±21,01	+7,9
Качественная реакция на ГМФ	Отр.	Отр.		Отр.	



Как видно из данных таблицы 2, в мёде постоянно протекают биологические реакции, сопровождающиеся изменением значений исследуемых показателей. Наиболее существенно данная отрицательная температура влияет на содержание массовой доли редуцирующих сахаров и сахарозы. По нашим данным, массовая доля редуцирующих сахаров изменяется в соответствии с показателями сахарозы; чем больше даже незначительное повышение массовой доли редуцирующих сахаров, тем больше снижается количество сахарозы, которое мало зависит от периода хранения меда в этих условиях. Температура хранения мёда -10 °С оказывает заметное влияние на диастазу меда, особенно в первый месяц; снижение показателя составляет 11,8%. Дальнейшее хранение меда также влияет на уменьшение значения показателя, но оно менее значительно по сравнению

со снижением показателя в первый месяц хранения мёда. Изменение значения массовой доли пролина в процессе хранения при -10 °С аналогично такому изменению при хранении меда при -5-8 °С. При незначительном снижении pH и свободной кислотности отрицательная температура -10 °С способствует уменьшению количества пролина в мёде в первый месяц хранения. Дальнейшее хранение меда при этой температуре сопровождается существенным снижением значений pH и свободной кислотности, что приводит к повышению пролина в мёде. Качественная реакция на ГМФ не претерпела изменений при хранении меда в течение одного и трех месяцев при температуре -10 °С.

Результаты исследования влияния температуры -18 °С на состав и свойства меда представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние температуры хранения -18 °С на состав и свойства меда (M±m)

Физико-химические показатели мёда	Срок хранения				
	Перед закладкой на хранение	1 месяц	% от исх.	3 месяца	% от исх.
Массовая доля воды, %	16,4±0,66	17,4±0,05	+6,1	17,2±0,06	+4,9
Массовая доля сахарозы, %	4,5±0,51	3,6±0,95	-20,0	3,7±0,60	-17,8
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	72,2±5,78	73,1±0,74	+1,2	73,3±0,46	+1,5
Диастазное число, ед.Готе	15,3±1,47	13,5±0,61	-11,8	15,2±0,31	-0,7
Водородный показатель, pH	3,9±0,00	3,6±0,00	-7,7	3,7±0,00	-5,1
Свободная кислотность, миллиэкв/кг	19,5±0,00	20,4±0,00	+4,6	9,9±0,00	-49,2
Электропроводность, мСм/см	0,7±0,00	0,7±0,00	0,0	0,6±0,00	-14,3
Массовая доля пролина, мг/кг	311,4±40,47	243,9±5,13	-21,7	335,9±21,01	+7,9
Качественная реакция на ГМФ	Отр.	Отр.		Отр.	

Представленные в таблице 3 данные показывают, что количество массовой доли воды в процессе хранения меда при температуре -18 °С возрастает, как после месяца хранения, так и после трех месяцев хранения по сравнению с образцом мёда перед закладкой опыта. Массовая доля сахарозы существенно уменьшается после трех месяцев хранения (на 26,7 %), при этом массовая доля редуцирующих сахаров изменялась незначительно. Хранение мёда в условиях самой низкой температуры оказало сильное влияние на изменение диастазного числа в нем; так, после месяца хранения диастаза уменьшилась на 28,1 % по сравнению с

образцом меда перед закладкой опыта, а после трех месяцев хранения увеличилась на 13,1 %. При незначительном снижении pH и свободной кислотности отрицательная температура -18 °С способствует уменьшению количества пролина в мёде в первый месяц хранения. Изменение значения электропроводности было незначительным после трех месяцев хранения. Качественная реакция на ГМФ осталась отрицательной.

Результаты исследования влияния отрицательных температур на содержание витаминов в мёде представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание витаминов в мёде при разных режимах хранения в условиях отрицательных температур в течение трех месяцев, (M±m)

Наименование витамина, мг/мл	Перед закладкой на хранение	Режим хранения		
		- 5 °С	-10 °С	-18 °С
Никотинамид	0,002±0,0001	0,001±0,0000	0,001±0,0001	0,001±0,0001
В ₆ (пиридоксин)	0,0000945±0,0001	0,00008±0,0001	0,000095±0,0001	0,000083±0,0001
В ₃ (пантотеновая к-та)	0,01635±0,0055	0,021±0,0011	0,016±0,0045	0,020±0,0021
В _с (фолиевая к-та)	0,009±0,0068	0,002±0,0004	0,008±0,0060	0,002±0,0004



Согласно таблице 4, значение никотинамида уменьшилось одинаково при всех температурных режимах; витамин В6 (пиридоксин) не изменил своего значения по сравнению с контролем при хранении в условиях минус 10 °С; витамин В3 (пантотеновая кислота) в условиях хранения при минус 10 °С не изменил своего значения по сравнению с контролем, а в условиях минус 5 °С и минус 18 °С содержание немного увеличилось; витамин Вс (фолиевая кислота) также лучше сохранился в условиях минус 10 °С.

Выводы

Под воздействием отрицательных температур в мёде происходят биохимические реакции, сопровождающиеся изменениями показателей качества мёда.

Хранение мёда в условиях отрицательных температур сопровождается снижением показателей его кислотности, что способствует повышению активности ферментов и массовой доли пролина, а также лучшему сохранению витаминов в его составе.

Список литературы

1. Бальо, Э. Индексы перегрева и качество мёда // Химия и технология производства мёда. – 2017. – № 1. – С. 23–40.
2. ГОСТ 19792-2017 Мёд натуральный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2018. – 18 с.
3. Кастро, Л. Изменение летучих фракций и сенсорных свойств верескового мёда при хранении при разных температурах // Европейские исследования и технологии продуктов питания. – 2012. – С. 185-193.
4. Влияние замораживания и хранения при комнатной температуре в течение 18 месяцев на качество сырого рапсового мёда / М. Кенджерская [и др.] // Журнал пищевых наук и технологий. – 2016. – № 53.
5. Селестино, С. Химический состав мёда // Продукты пчеловодства – химические и биологические свойства. – 2017. – № 1. – С. 43 - 82
6. Чепурной И.П. Заготовка и переработка мёда / И.П. Чепурной. – М.: Агропромиздат, 1987. – 15 с

INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES ON THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF HONEY

Esenkina Svetlana N., researcher, EsenkinaSvetlana@mail.ru

Serebryakova Oksana V., Junior researcher, oksana.sazonova.94@mail.ru

Rusakova Tatyana M., candidate of agricultural science, leading researcher

FEDERAL state budget scientific institution "Federal scientific center of beekeeping»

The article presents the results of research on the influence of low temperatures in various storage modes on the composition and properties of natural honey. Due to the fact that there are many questions among beekeepers, at what temperature is it better to store honey, the purpose of the study was to determine the influence of negative temperatures and storage modes on the composition and properties of honey. The object of research was honey for different storage terms and conditions. To achieve this goal, the following tasks were set: to obtain data on the effect of storage conditions under negative temperatures: at -5-8 °C (for one and three months), at -10 °C (for one and three months), at -18 °C (for one and three months). Studies were conducted in the testing laboratory of FSBI "Federal scientific center of beekeeping". Determination of honey quality indicators was carried out according to GOST 19792-2017 "natural Honey. Technical conditions». Experimental samples of natural honey were exposed to.

Key words: natural honey, negative temperatures, storage conditions, quality indicators.

Literatura

1. Bal'o, Je. Indeksy peregreva i kachestvo mjoda // Himija i tehnologija proizvodstva mjoda. – 2017. – № 1. – С. 23–40.
2. GOST 19792-2017. Mjod natural'nyj. Tehnicheskie uslovija. – М.: Standartinform, 2018. – 18 s.
3. Kastro, L. Izmenenie letuchih frakcij i sensornyh svojstv vereskovogo mjoda pri hranenii pri raznyh temperaturah // Evropejskie issledovanija i tehnologii produktov pitaniya. – 2012. – S. 185-193.
4. Vlijanie zamorazhivaniya i hranenija pri komnatnoj temperature v techenie 18 mesjacev na kachestvo syrogo rapsovogo meda / M. Kendzherskaja [i dr.] // Zhurnal pishhevyyh nauk i tehnologij. – 2016. – № 53.
5. Selestino S. Himicheskij sostav mjoda // Produkty pchelovodstva – himicheskie i biologicheskie svojstva. – 2017. – № 1. – С. 43 - 82
6. Chepurnoj, I.P. Zagotovka i pererabotka meda / Chepurnoj, I.P. - М.: Agropromizdat, 1987. – 15 s



**СЕЛЕКЦИОННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖЛИНЕЙНЫХ КРОССОВ В СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

КОСЯЧЕНКО Николай Михайлович, д-р биол. наук, гл. научн. сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, kosssnick@yandex.ru

АБРАМОВА Марина Владимировна, канд. с.-х. наук, ст. научн. сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, abramovam2016@yandex.ru

ЗЫРЯНОВА Светлана Владимировна, научн. сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, zyryanovasv2017@yandex.ru

Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Для повышения конкурентоспособности локальных отечественных пород в молочном скотоводстве нашей страны широко применяется метод скрещивания отечественных пород скота с коммерческими породами и наращивание численности помесного поголовья. В связи с этим мониторинг эффективности методов спаривания для определения дальнейшей стратегии селекционной работы как в региональных программах, так и в отдельных стадах является актуальным. Целью исследования являлась оценка межлинейных кроссов в корректуре селекционных процессов при работе с улучшенными генотипами ярославского скота по результатам первой лактации у животных трех стад Ярославской области. Были выявлены положительные и отрицательные варианты как по отдельным стадам, так и в целом по выборке. При оценке вариантов подбора было проанализировано 35 сочетаний линий и кроссов, из которых в дальнейшем были исключены комбинации с недостаточным поголовьем. Из 10 оцененных вариантов по всем стадам явно ухудшающий эффект был в межлинейных кроссах ♂ У.И. х ♀ Р.С., ♂ С.Т.Р. х ♀ Р.С. (95,00 % и 97,19 % соответственно) и во внутрилинейных подборах линии Р.С., У.И. (98,45 %). Положительные результаты в кроссах ♂ М.Ч. х ♀ Р.С., ♂ М.Ч. х ♀ У.И., ♂ Р.С. х ♀ У.И., ♂ Р.С. х ♀ М.Ч. (101,12 %-103,58 %). Экономическая эффективность положительных межлинейных комбинаций находится в пределах 1223-1303 рубля на голову. Исключение отрицательных кросс-эффектов позволит повысить генетический потенциал стад на 3,4-5,2 %. Полученные результаты рекомендуется использовать при внутростадном подборе и в ротации линий.

Ключевые слова: ярославская порода, скрещивание, кроссы линий, генетическое превосходство, экономическая эффективность

Введение

В настоящее время молочное скотоводство в целом, как отрасль экономики, направлена на получение максимальной прибыли при производстве качественных и экологически безопасных продуктов питания, а селекционная работа имеет своей целью производить наиболее ценных животных для конкретных условий. Закладка и консолидация высокого генетического потенциала сельскохозяйственных животных и эффективное использование генетических ресурсов обеспечат повышение рентабельности производства.

Для повышения конкурентоспособности локальных отечественных пород в молочном скотоводстве нашей страны широко применяется метод скрещивания отечественных пород скота с коммерческими породами и наращивание численности помесного поголовья [1].

Похожая тенденция наблюдается и в ярославской породе, где доля помесного поголовья на 01.01.2020 составляет в среднем по региону 73,9 %, в том числе по племенным стадам – 70,2 % [2]. Такой большой массив позволяет провести мониторинг эффективности методов спаривания для определения дальнейшей стратегии селекционной работы как в региональных программах, так и в отдельных стадах.

Как и при чистопородном разведении, при скрещивании при получении животных четвертого поколения и выше необходимо проводить мониторинг методов спаривания. Прогресс породы

определяется качеством составляющих ее линий, поэтому создание высокоценных линий скота – главное мероприятие при совершенствовании породы. Путем кропотливого труда селекционеры создают и формируют генеалогическую структуру породы, закрепляя желательную наследственность внутри каждой линии. Этот прием необходим для применения такого метода спаривания как кроссы линий. С использованием при спаривании животных разных линий, консолидированных гомогенным подбором, проявляется эффект гетерозиса [3].

В практической селекции важным является выявление положительных сочетаний различных генотипов, но еще более информативным оказывается обнаружение сочетаний, дающих отрицательный эффект. При использовании положительных сочетаний в широких масштабах появляется возможность прогнозирования племенной ценности и получения ценных животных [4].

В результате исследований Игнатьевой Н.Л. установлено, что к высокопродуктивным коровам надо применять индивидуальный подбор с учетом генеалогической сочетаемости [5].

По данным Сорокиной И.И. кроссами можно не только обогатить, но и изменить и переделать в нужном направлении линию или семейство. Некоторые кроссы настолько характерны, что им даже присваивается название «парных имен» [6].

Цель исследования – оценить роль межлинейных кроссов в корректуре селекционных процес-



сов при работе с улучшенными генотипами ярославского скота.

В задачи исследований входило проведение анализа и выявление генетического превосходства среди кроссов линий и внутрилинейных подборов отдельно в каждом исследуемом стаде и в целом по выборке и расчет экономического эффекта от использования межлинейных кроссов.

Материалы и методы исследований

При выполнении исследования использовалась информация ИАС «Селэкс. Молочный скот» по трем стадам (ФГУП «Григорьевское», ООО «Агромир» (отделение «Михайловское»), ОАО Племзавод «им. Дзержинского»), в обработку вошла информация по продуктивным показателям и генеалогической принадлежности по 5892 коровам и 107 быкам-производителям.

Исследуемые коровы-первотелки улучшенных генотипов ярославской породы были разделены на группы в зависимости от принадлежности к генеалогическим линиям: Уес Идеал 1013415 (У.И.), Силинг Трайджун Рокит 252803 (С.Т.Р.), Рефлекшн Соверинг198998 (Р.С.) и Монтвик Чифтейн 95679 (М.Ч.). Была выполнена оценка внутрилинейных подборов, таких как ♂У.И. х ♀У.И., ♂М.Ч. х ♀М.Ч., ♂Р.С. х ♀Р.С. и межлинейных прямых ♂У.И. х ♀М.Ч., ♂У.И. х ♀Р.С., ♂Р.С. х ♀М.Ч., ♂С.Т.Р. х ♀Р.С. и обратных кроссов ♂Р.С. х ♀У.И., ♂М.Ч. х ♀У.И., ♂М.Ч. х ♀Р.С. Знак ♀ означает, что линия принадлежит матери пробанда, ♂ – линия отца пробанда.

Оценки выполнены через межгодовые отклонения одногенотипных сверстниц, с учетом количества эффективных дочерей. Число эффективных дочерей определяли по формуле [7]:

$$W = \frac{n_{св} \times n_d}{n_{св} + n_d}, \quad (1)$$

где W – количество эффективных дочерей;

$n_{св}$ – количество сверстниц;

n_d – количество пробандов (дочерей).

Таблица 1 – Характеристика подконтрольных стад по молочной продуктивности

Стадо	Надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
ООО «Агромир» (отделение Михайловское)	6879	4,34	3,43
ФГУП «Григорьевское»	6600	4,42	3,31
ОАО Племзавод «им. Дзержинского»	5723	3,96	3,13

Как видно из таблицы 1, максимальный надой по первой лактации был у первотелок стада ООО «Агромир» (отделение Михайловское), их продуктивность по сравнению с другими стадами была выше на 279-1156 кг. Коровы из этого хозяйства оказались также лучшими по массовой доле белка, которая составила 3,43 % и превышала показатели других стад на 0,12-0,3 %. Высокую жирность молока (4,42 %) имели коровы-первотелки из хозяйства ФГУП «Григорьевское».

Индекс генетического превосходства среди межлинейных и внутрилинейных сочетаний в отдельно взятом стаде и в общем по всем стадам рассчитывали по формуле [7]:

$$\text{ИГП} = \frac{\sum W_{jk}(y_{ki} - y_{kis})}{\sum W_{jk}}, \quad (2)$$

где $\sum W_{jk}$ – сумма количества эффективных дочерей;

$\sum W_{jk}(y_{ki} - y_{kis})$ – сумма произведений продуктивного отклонения по кроссам на количество эффективных дочерей в пределах кросса.

Относительное значение величины генетического превосходства рассчитывали по формуле [7]:

$$\text{ОИГП} = \frac{\text{ИГП} + \text{СТ}}{\text{СТ}}; \quad (3)$$

где ОИГП – относительный индекс генетического превосходства по надюю, %;

ИГП – индекс генетического превосходства по надюю, кг;

СТ – стандарт типа по надюю, кг.

Экономический эффект от использования различных сочетаний линий рассчитывали по методике Лозы Г.М. [8].

Результаты исследований

В подконтрольных стадах разводят скот ярославской породы, с 70-х годов прошлого века применяют как чистопородное разведение, так и скрещивание с голштинской породой. В результате был выведен тип ярославского скота Михайловский, который в настоящее время разводят в стаде-оригинаторе ООО «Агромир» (отделение Михайловское) [3]. В таблице 1 приводятся данные по молочной продуктивности коров-первотелок трех исследуемых хозяйств по итогам бонитировки за 2018 год.

При оценке вариантов подбора было проанализировано 35 сочетаний линий и кроссов, из которых в дальнейшем были исключены комбинации с недостаточным поголовьем.

В соответствии с задачами исследований был проведен анализ генетического превосходства кроссов линий улучшенного генотипа и михайловского типа по всем исследуемым хозяйствам отдельно (табл. 2) и в целом по хозяйствам (рис. 1).

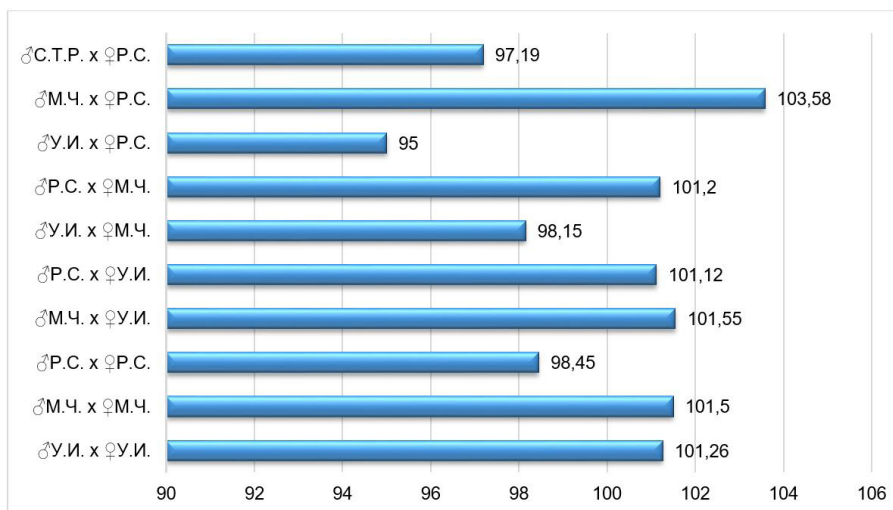


Рис. 1 – Оценка относительного генетического превосходства линейных и межлинейных комбинаций в улучшенных генотипах ярославского скота по всем исследуемым хозяйствам

Таблица 2 – Оценка генетического превосходства линейных и межлинейных комбинаций в улучшенных генотипах ярославского скота

Метод подбора	ОАО Племязавод «им. Дзержинского»			ФГУП «Григорьевское»			ООО «Агромир» (отделение Михайловское)		
	Количество эффективных до-черей	Генетическое пре-восходство, кг	Относительное генетическое пре-восходство, %	Количество эффективных до-черей	Генетическое пре-восходство, кг	Относительное генетическое пре-восходство, %	Количество эффективных до-черей	Генетическое пре-восходство, кг	Относительное генетическое пре-восходство, %
внутрилинейный									
♂У.И. x ♀У.И.	189,38	57,37	101,04	96,29	10,88	100,16	162,56	146,21	102,14
♂М.Ч. x ♀М.Ч.	87,88	11,28	100,21	15,88	244,12	103,70	156,65	-168,13	97,53
♂Р.С. x ♀Р.С.	171,06	-100,28	98,18	113,63	-260,29	96,06	238,03	-17,58	99,74
кроссы линий									
♂У.И. x ♀М.Ч.	185,45	-115,92	97,89	63,48	-72,76	98,90	186,88	61,03	100,90
♂У.И. x ♀Р.С.	165,95	-87,11	98,41	94,01	-1037,34	84,28	159,78	-127,40	98,13
♂Р.С. x ♀У.И.	193,10	-0,01	100,00	121,67	165,67	102,51	178,75	81,69	101,20
♂Р.С. x ♀М.Ч.	209,44	76,11	101,39	90,93	-130,07	98,03	233	85,69	101,26
♂М.Ч. x ♀У.И.	183,79	90,22	101,64	39,58	177,07	102,68	134,92	-27,67	99,59
♂М.Ч. x ♀Р.С.	176,15	203,50	103,70	42,57	266,26	104,03	154,62	-184,04	97,30
♂С.Т.Р. x ♀Р.С.	-	-	-	-	-	-	4,86	-177,06	97,40

Примечание: ♂ – линия отца, ♀ – линия матери

Из анализа данных таблицы 2 видно, что в ОАО Племязаводе «им. Дзержинского» из 9 исследуемых методов спаривания генетическое

превосходство имеют один внутрилинейный подбор – ♂У.И. x ♀У.И. (101,04 %) и три межлинейный кросса: ♂М.Ч. x ♀У.И. (101,64 %), ♂Р.С. x ♀М.Ч.



(101,39 %) и лучшим оказался ♂М.Ч. х ♀Р.С., генетическое превосходство этого кросса составило 203,5 кг или 103,7 %.

Худшими были кроссы с отрицательными значениями: ♂У.И. х ♀М.Ч. (97,89 %) и ♂У.И. х ♀Р.С. (98,41 %), остальные комбинации оказались нейтральными.

Среди кроссов улучшенных генотипов ярославской породы в хозяйстве ФГУП «Григорьевское» лучшими оказались сочетания ♂М.Ч. х ♀Р.С., ♂М.Ч. х ♀М.Ч., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂М.Ч. х ♀У.И. Их генетическое превосходство составило от 102,51 % до 104,03 %. Худшими оказались кроссы ♂У.И. х ♀М.Ч., ♂Р.С. х ♀М.Ч., ♂У.И. х ♀Р.С., ♂Р.С. х ♀Р.С. с генетическим превосходством от 84,28 % до 98,9 %. Нейтральным оказался один внутрилинейный кросс ♂У.И. х ♀У.И. (100,16 %).

У животных Михайловского типа положительное генетическое превосходство (от 101,20 % до 102,14 %) имели кроссы ♂У.И. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂У.И. х ♀М.Ч. и ♂Р.С. х ♀М.Ч. Нейтральным оказался межлинейный кросс ♂У.И. х ♀М.Ч. с генетическим превосходством 100,9 %. Остальные кроссы имели отрицательное значение. Из приведенных данных следует вывод: ряд приведенных межлинейных комбинаций характерен для конкретных стад и на популяционном уровне использоваться не может.

Из результатов оценки относительного генетического превосходства кроссов в Михайловском типе и улучшенных генотипах видно, что показате-

ли входят в интервал 95,04-101,25 % (рис. 1).

Для оценки результативности использования межлинейных кроссов на популяционном уровне выполнена сводная оценка с использованием взвешенных средних на количество эффективных дочерей в комбинации.

Из 10 оцененных вариантов по всем стадам явно ухудшающий эффект был в межлинейных кроссах ♂У.И. х ♀Р.С., ♂С.Т.Р. х ♀Р.С. (95,00 % и 97,19 % соответственно) и во внутрилинейных подборках линии Р.С., У.И. (98,45 %). Положительные результаты в кроссах ♂М.Ч. х ♀Р.С., ♂М.Ч. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀М.Ч. (101,12 % - 103,58 %)

Полученные результаты указывают на то, что экономически эффективная селекционная работа по межлинейным кроссам должна иметь бинарный характер: целенаправленное использование положительных вариантов и исключение комбинаций с отрицательными характеристиками.

Поскольку экономическая эффективность скотоводства и высокая рентабельность отрасли зависят от генетического потенциала животных (обусловленного использованием высокоэффективных селекционных методов), низких затрат кормов на производство продукции и оптимальных сроков выращивания ремонтного молодняка, в селекционных системах важное значение имеет экономическая оценка эффективности каждого элемента. Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в таблице 3

Таблица 3 – Значения для расчета экономического эффекта от использования внутрилинейного подбора и межлинейных кроссов

Показатели	Значение
Средняя продуктивность животных (С), кг	6355
Средняя прибавка основной продукции, выраженная в процентах на одну голову животного в зависимости от метода спаривания (П):	-
♂У.И. х ♀У.И.	101,26
♂М.Ч. х ♀М.Ч.	101,5
♂Р.С. х ♀Р.С.	98,45
♂М.Ч. х ♀У.И.	101,55
♂Р.С. х ♀У.И.	101,12
♂У.И. х ♀М.Ч.	98,15
♂Р.С. х ♀М.Ч.	101,2
♂У.И. х ♀Р.С.	95
♂М.Ч. х ♀Р.С.	103,58
♂С.Т.Р. х ♀Р.С.	97,19
Закупочная цена единицы продукции в масштабах цен, действовавших в области (Ц), руб.	27
Постоянный коэффициент уменьшения результата, связанного с дополнительными затратами на прибавочную продукцию (Л)	0,75

На основе методики Лозы Г.М. [10] выполнен расчет экономического эффекта от использования внутрилинейного подбора и межлинейных кроссов (рис. 2). Экономическая эффективность положительных межлинейных комбинаций находится в пределах 1223-1930 рубля на голову.

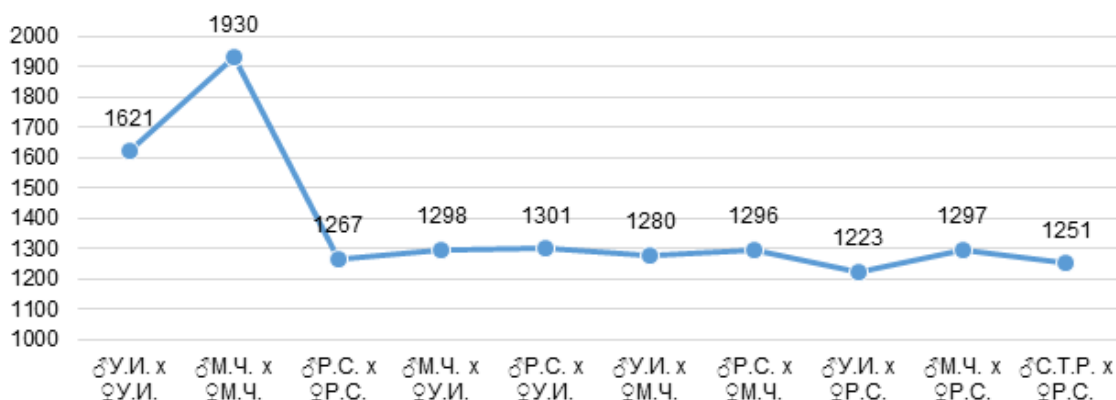


Рис. 2 – Экономическая эффективность от использования разных методов подбора, при исключенных отрицательных вариантах, на одну голову в год

Выводы

В ходе проведенных исследований установлено, что во всех стадах самый высокий положительный эффект имеют следующие кроссы: ♂М.Ч. x ♀Р.С., ♂М.Ч. x ♀У.И., ♂Р.С. x ♀У.И., ♂Р.С. x ♀М.Ч. (101,12 % - 103,58 %).

Экономическая эффективность положительных межлинейных комбинаций находится в пределах 1223-1930 рубля на голову.

Исключение отрицательных кросс-эффектов позволит повысить генетический потенциал стад на 3,4-5,2 %

Полученные результаты рекомендуется использовать при внутростадном подборе и в ротации линий.

Список литературы

1. Прожерин, В. П. Учет породности и породы при поглотительном скрещивании в системе разведения отечественных молочных пород скота / В. П. Прожерин, В. Л. Ялуга // Зоотехния. - 2017. № 10. - С. 6-8.
2. Корнев, М. М. Результаты селекционно-племенной работы в хозяйствах Ярославской области за 2019 год / М. М. Корнев, Н. С. Фураева. – Ярославль : ОАО «Ярославское» по племенной работе, 2019. - 52 с.
3. Тамарова, Р. В. Генетический потенциал ярославской породы скота и использование его при создании высокопродуктивных племенных стад : монография / Р. В. Тамарова. – Ярославль : ЯГСХА, 2001. – 209 с.

4. Катмаков, П. С. Внутрелинейный подбор и кроссы линий при совершенствовании бес-тужевской и черно-пестрой пород скота / П. С. Катмаков, Л. В. Анфимова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 2 (18). - С. 67-72..

5. Игнатъева, Н. Л. Продуктивные качества черно-пестрого скота в зависимости от линейной принадлежности / Н. Л. Игнатъева // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области / под общей редакцией С.Ф. Сухановой. 2018. - С. 458-462.

6. Сорокина, И. И. Метод разведения по линиям – современное состояние и перспективы развития / И. И. Сорокина // Зоотехния. – 2009. – № 10. – С. 6-8.

7. Косяченко, Н. М. Анализ и оценка генетического потенциала ярославской породы крупного рогатого скота с разработкой методов по его контролю и управлению : автореферат диссертации доктора биол. наук / Н. М. Косяченко. – Санкт-Петербург, 1998. – 35с.

8. Лоза, Г. М. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Г. М. Лоза. – Москва : Колос, 1992. – 111с.

SELECTION AND ECONOMIC EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SELECTION METHODS IN CATTLE BREEDING

Kosyachenko Nikolay M., doctor of biological Sciences, head researcher of laboratory of selection and breeding of farm animals, kosssnick@yandex.ru

Abramova Marina V., candidate of agricultural Sciences, senior researcher of laboratory of selection and breeding of farm animals, abramovam2016@yandex.ru

Zyryanova Svetlana V., researcher of laboratory of selection and breeding of farm animals, zyryanovasv2017@yandex.ru

Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production — Federal State Budget Scientific Institution «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology»

To increase the competitiveness of local domestic breeds in dairy cattle breeding in our country, the method



of crossing domestic livestock breeds with commercial breeds and increasing the number of crossbreed livestock is widely used. In this regard, monitoring the effectiveness of mating methods to determine the future strategy of breeding work in regional programs and in individual herds is relevant. The aim of the study was to evaluate interline crosses in the correction of selection processes when working with improved genotypes of Yaroslavl cattle based on the results of the first lactation in animals of three herds of the Yaroslavl region. Positive and negative variants were identified both for individual herds and for the whole sample. When evaluating the selection options, 35 combinations of lines and crosses were analyzed, from which later combinations with insufficient livestock were excluded. Of 10 priced options for all herds is clearly deteriorating effect in interline crosses ♂ W.I. x ♀ R.S., ♂ S.T.R. x ♀ R.S. (95.00 % and 97.19 %, respectively) and in intra-line selections of the line of R.S., W.I. (98.45%). Positive results in the crosses ♂ M.H. x ♀ R.S., ♂ M.H. x ♀ W.I., ♂ R.S. x ♀ W.I., ♂ R.S. x ♀ M.H. (101,12 % - 103,58 %). The economic efficiency of positive interline combinations is in the range of 1223-1303 rubles per head. Excluding negative cross-effects will increase the genetic potential of herds by 3.4-5.2 %. The Results obtained are recommended for use in intra-stud selection and line rotation.

Key word: Yaroslavl breed, crossbreeding, lines, genetic superiority, economic efficiency

Literatura

1. Prozherin V.P. Uchet porodnosti i porody pri poglotitel'nom skreshchivanii v sisteme razvedeniya otechestvennykh molochnykh porod skota / V.P. Prozherin, V.L. Yaluga // Zootekhniya. 2017. №10. S. 6-8.
2. Korenev, M.M. Rezul'taty selekcionno-plemennoy raboty v hozyajstvakh YARoslavskoj oblasti za 2019 god / M.M. Korenev, N.S. Furaeva. YARoslavl': OAO «YARoslavskoe» po plemennoy rabote. 2019. 52 s.
3. Tamarova R.V. Geneticheskij potencial yaroslavskoj porody skota i ispol'zovanie ego pri sozdanii vysokoproduktivnykh plemennykh stad / R.V. Tamarova // Monografiya. – YARoslavl': YAGSKHA, 2001. – 209 s.
4. Katmakov P.S. Vnutrilinejnyj podbor i krossy linij pri sovershenstvovanii bestuzhevskoj i cherno-pestroj porod skota / P.S. Katmakov, L.V. Anfimova // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2012. № 2 (18). S. 67-72.
5. Ignat'eva N.L. Produktivnye kachestva cherno-pestrogo skota v zavisimosti ot linejnoj prinadlezhnosti / N.L. Ignat'eva // V sbornike: Puti realizacii Federal'noj nauchno-tehnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017-2025 gody Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 75-letiyu Kurganskoj oblasti. Pod obshchej redakciej S.F. Suhanovoj. 2018. S. 458-462.
6. Sorokina, I.I. Metod razvedeniya po liniyam – sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya / I.I. Sorokina // Zootekhniya. – 2009. – № 10. – S. 6-8.
7. Kosyachenko, N.M. Analiz i ocenka geneticheskogo potenciala yaroslavskoj porody krupnogo rogatogo skota s razrabotkoy metodov po ego kontrolyu i upravleniyu / N.M. Kosyachenko // – avtoreferat dissertacii doktora biol. nauk. – Sankt-Peterburg, 1998. – 35s.
8. Loza G.M. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya v sel'skom hozyajstve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skih i opytно-konstruktorskih rabot, novoj tekhniki, izobretenij i racionalizatorskih predlozhenij / G.M. Loza // –1992. Moskva– «Kolos» – 111s.



УДК 638.178

DOI 10.36508/RSATU.2020.67.98.005

ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОКРИНОТРОПНЫХ СВОЙСТВ ТРУТНЁВОГО РАСПЛОДА

МИТРОФАНОВ Дмитрий Викторович, научный сотрудник, Федеральный научный центр пчеловодства, dima-mitrofanoff2012@yandex.ru

РЯЗАНОВА Елена Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры биологической химии с курсом клинической лабораторной диагностики ФПДО, Рязанский Государственный медицинский университет им. ак. И.П. Павлова Минздрава России, ryazanova.rgmu@yandex.ru

ЛИЗУНОВА Алла Сергеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры фармакогнозии, Рязанский Государственный медицинский университет им. ак. И.П. Павлова Минздрава России, Федеральный научный центр пчеловодства, lizunova-alla@mail.ru

Цель данной работы состояла в изучении влияния трутнёвого расплода, стабилизированного разными способами, на соединения, участвующие в формировании гормонального статуса экспериментальных животных (ДГЭА, тестостерон, ГСПГ) в условиях отсутствия экспериментальных эндокринных патологий. Трутневый расплод является перспективным источником биологически активных веществ, влияющих на эндокринные функции организма. Хитин-хитозан-меланиновый

© Митрофанов Д. В., Рязанова Е. А., Лизунова А. С., 2020 г.



комплекс вызывает интерес в качестве добавки к продуктам на основе трутневого расплода. Впервые изучено влияние трутневого расплода и трутневого расплода, стабилизированного лактозо-глюкозным адсорбентом и трутневого расплода с добавлением хитин-хитозан-меланинового комплекса в составе лактозно-глюкозного адсорбента на сывороточные концентрации тестостерона, ДГЭА и ГСПГ у экспериментальных животных в отсутствие экспериментальной патологии. Введение 10 мг/кг трутневого расплода на глюкозно-лактозном адсорбенте в течение 10 дней не вызывает изменения перечисленных показателей, в то время как введение 10 мг/кг трутневого расплода на глюкозно-лактозном адсорбенте в сочетании с 2,5 мг/кг хитин-хитозан-меланинового комплекса вызывает достоверный рост концентрации ГСПГ, не вызывая статистически значимых изменений концентрации тестостерона и ГСПГ.

Ключевые слова: трутневый расплод, хитин-хитозан-меланиновый комплекс, тестостерон, ГСПГ, ДГЭА.

Введение

В пчелиной семье присутствуют два вида расплода: расплод медоносных пчел – совокупность развивающихся женских особей пчелиной семьи (ГОСТ Р 55324-2012 «Расплод медоносных пчёл *Apis Mellifera* L. Технические условия» [1]) и трутневый расплод (ТР) – совокупность развивающихся мужских особей, то есть трутней. Трутневый расплод (в виде гомогената) относительно новый продукт пчелиной семьи, используемый в медицинской практике. Рядом ученых уже показана анксиолитическая и ноотропная активность пептидного препарата трутневого расплода при интраназальном введении [14]. Отмечается, что у интактных животных введение трутневого расплода не оказывало статистически значимого влияния на уровень гормонов (в частности тестостерона) [5]. Однако при односторонней кастрации (моделирование экспериментального гипогонадизма) гомогенат трутневого расплода (ГТР) проявляет стимулирующий эффект на выработку тестостерона, не вызывая гипертестостеронемии [5]. В исследованиях на цыплятах-бройлерах показано преимущественно андрогенное, а не анаболическое действие ТР в дозе 4 г/кг в сутки [13]. Препараты ТР также показали свою эффективность в клинической практике при лечении психиатрических болезней невротического спектра, астении, задержке развития у детей, метаболических нарушениях, гепатитах [15].

Антиоксидантные, иммуномодулирующие, противоопухолевые свойства ТР связывают с ненасыщенными веществами, такими как деценовые кислоты, и сульфгидрильными группами, способными связывать активные формы кислорода [3].

Гомогенат трутневого расплода представляет собой белую или желтовато-белую густоватую жидкость с характерным запахом и вкусом, которую получают из сотов с личинками трутней определенного возраста путем прессования, отжима и фильтрации.

ГТР – термолабильный продукт пчеловодства. Поэтому вопрос правильной заготовки и подбор способа стабилизации ГТР является первостепенным. На данный момент в качестве способов стабилизации ГТР в основном используются: заморозка, лиофилизация, смешивание с мёдом и адсорбция. Заморозка ГТР позволяет временно законсервировать продукт для дальнейшей его переработки (адсорбции, смешивании с мёдом и

лиофилизации). Лيوфилизация трутневого расплода впервые была предложена в Румынии в 1983 году, и в настоящее время этот способ используется при производстве «Билар-1» [2, 3]. Лيوфилизация обеспечивает в целом хорошую сохранность биологически активных веществ, но значительная часть летучих компонентов при лиофилизации теряется, а продукт приобретает гигроскопичность [4]. Адсорбцию ГТР на лактозо-глюкозном адсорбенте, а также стабилизацию ГТР при помощи мёда и спирта активно изучали в НИИ пчеловодства в 90-е годы XX столетия [4, 5]. Исследования сырого адсорбированного ТР показали нецелесообразность его хранения и использования как самостоятельного продукта и подтвердили необходимость высушивания сырого адсорбированного ГТР [4, 6]. Стабилизация свежеежатого ГТР мёдом с добавлением густого экстракта прополиса и пыльцы цветочной (обножки) позволяет сохранить его свойства в течение одного года (композиция «Андомед» СТО 67224631-002-2011).

В последнее время в качестве адсорбента для ГТР стал использоваться хитин-хитозан-меланиновый комплекс (ХМК), получаемый путём глубокой переработки тел медоносных пчёл. Хитин представляет собой полимер аминоксахара глюкозамина, аминогруппы которого ацилированы уксусной кислотой. Хитозан является частично деацетилированным производным хитина. Меланин образуется при окислительных превращениях аминокислоты тирозина и представляет собой высокомолекулярный тёмноокрашенный пигмент.

Выявлено, что ХМК из пчёл может быть использован как недорогой продукт, обладающий сорбционными, фотопротективными, антиоксидантными и другими свойствами [8]. Показана малая токсичность хитозан-меланинового комплекса из пчёл, позволяющая отнести его к 4-му классу опасности [7]. Сорбционные свойства хитозана проявляются в способности снижать концентрацию холестерина липопротеидов низкой плотности и триглицеридов в крови, связывать ионы тяжёлых металлов и радионуклидов [9]. ХМК из пчёл обладает большей сорбционной способностью в отношении урана-233 и стронция-90 в сравнении с хитин и хитозонсодержащими сорбентами, полученными из грибов и морских ракообразных [10]. Важным показателем является то, что ХМК оказывает стабилизирующее действие на биологически



активные вещества ГТР [6].

При оценке эффективности лиофилизации и адсорбции в качестве способов стабилизации ГТР определяли уровень гормонов (тестостерона, прогестерона, эстрадиола) в гомогенате с учетом времени его хранения [5, 6, 11, 12].

Оценивали 3 комбинации адсорбентов: адсорбент из 96 частей лактозы и 4-х частей глюкозы [5], адсорбент из равных количеств лактозы и глюкозы и адсорбент из 91 части лактозы, 5 частей ХМК и 4-х частей глюкозы [6, 11, 12].

В сыром адсорбированном ГТР лучшая стабилизация тестостерона и прогестерона наблюдалась при использовании адсорбента с добавлением ХМК; при применении лактозно-глюкозных адсорбентов стабилизация гормонов хуже, хотя и не достоверно. Иная картина наблюдалась в отношении эстрадиола: более предпочтительным был адсорбент из 96 частей лактозы и 4-х частей глюкозы, чем адсорбент с добавлением ХМК.

В сухом адсорбированном ГТР по эффективности сохранения уровня тестостерона используемые адсорбенты можно расположить следующим образом: адсорбент с добавлением ХМК, адсорбент, состоящий из равных количеств лактозы и глюкозы. Прогестерон и эстрадиол лучше стабилизируются адсорбентом, состоящим из равных количеств лактозы и глюкозы, хуже адсорбентом из 96 частей лактозы и 4-х частей глюкозы, и ещё хуже адсорбентом с добавлением ХМК [11].

Работами Митрофанова Д.В. и соавторов (2014) показана значительно лучшая сохранность тестостерона и эстрадиола в сухом адсорбированном ГТР в сравнении с лиофилизированным. Содержание тестостерона в адсорбированном ГТР выше, чем в лиофилизированном на 40 %, а эстрадиола – в 17 раз [11].

Цель данной работы состояла в изучении влияния трутнёвого расплода, стабилизированного разными способами, на соединения, участвующие в формировании гормонального статуса экспериментальных животных (ДГЭА, тестостерон, ГСПГ) в условиях отсутствия экспериментальных эндокринных патологий.

ДГЭА (дегидроэпиандростерон) синтезируется корой надпочечников под контролем АКТГ, половыми железами под контролем гонадотропина. ДГЭА вызывает интерес в связи с тем, что он служит предшественником андрогенов и эстрогенов. В крови ДГЭА в основном связан с альбуминами, в небольшой степени – с ГСПГ (глобулин, связывающий половые гормоны).

ГСПГ – гликопротеин, который связывает в крови андрогены, эстрогены и некоторые другие гормоны. ГСПГ синтезируется преимущественно в печени. ГСПГ представляет интерес как эндогенное вещество, связывающее андрогены и эстрогены в крови и тем самым понижающее их биологическую активность.

Тестостерон, превращаясь в клетках органов-мишеней в дигидротестостерон, является основным мужским половым гормоном. Он синтезирует-

ся преимущественно в семенниках, в небольших количествах – в коре надпочечников и яичниках.

Материалы и методы

Исследования выполняли на базе ФГБОУ ВО «Рязанский ГМУ им. ак. И.П. Павлова Минздрава России» в 2016-2017 гг. Для опытов были использованы конвенциональные половозрелые крысы-самцы линии Wistar массой 160-250 г. Трутневый расплод был заготовлен на пасеках Рязанской области, ГТР получали методом прессования сотов. Полученный продукт соответствовал требованиям ГОСТ Р 56668-2015 «Гомогенат трутневого расплода. Технические условия», разработанного ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства». Трутневый расплод стабилизировали адсорбцией на глюкозно-лактозном адсорбенте и на глюкозно-лактозном адсорбенте с добавлением хитин-хитозан-меланинового комплекса. Хитин-хитозан-меланиновый комплекс был получен ООО «Биопрогресс» из подмора медоносных пчёл, заготовленного на пасеках Рязанской области.

Были сформированы контрольная и 2 опытные группы животных. Животным 1-й опытной группы вводили ГТР на глюкозно-лактозном адсорбенте *per os* в виде свежеприготовленной водной суспензии в дозе 10 мг/кг в пересчёте на нативный гомогенат в течение 10 дней. Животным 2-й опытной группы в эти же сроки – ГТР с хитин-хитозан-меланиновым комплексом в эквивалентной дозе 10 мг/кг с 2,5 мг/кг хитин-хитозан-меланинового комплекса. Животным контрольной группы в эквивалентных дозах в течение 10 дней вводили дистиллированную воду (манипуляционный контроль).

На 11-й день в сыворотке крови животных определяли уровень тестостерона, ГСПГ и ДГЭА. Для проверки наличия отклонений распределения от нормального использовали многосторонний критерий Шапиро-Уилка согласно ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Если распределение данных отличалось от нормального, вычисляли медиану, первый и третий квартили. При нормальном распределении данных рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение. Для анализа статистической значимости различий независимых выборок по количественному признаку в случае, когда распределение отличалось от нормального, использовали критерий Манна-Уитни, а для групп с нормальным распределением – критерий Стьюдента.

Результаты

В результате исследований выявлено отсутствие достоверных различий концентрации ДГЭА, тестостерона и ГСПГ в сыворотке крови животных контрольной серии и опытной серии, получавших ГТР на глюкозно-лактозном адсорбенте. У животных опытной серии, получавших трутневый расплод с хитин-хитозан-меланиновым комплексом, достоверно повышалась концентрация ДГЭА в сыворотке крови ($P=0,03$), в то время как ГСПГ и тестостерон не обнаруживали статистически значимых различий с контрольной группой (рис.).

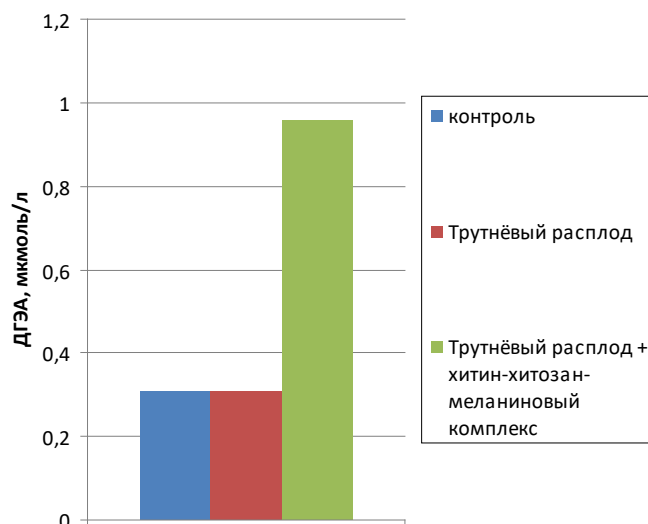


Рис. – Содержание ДГЭА в сыворотке крови крыс, мк моль/л

Заключение

Таким образом, введение экспериментальным животным в условиях отсутствия эндокринных патологий ГТР на глюкозно-лактозном адсорбенте в дозе 10 мг/кг ГТР в течение 10 дней не вызывает изменения в сыворотке крови уровня ДГЭА, тестостерона и ГСПГ. Введение 10 мг/кг ГТР с хитин-хитозан-меланиновым комплексом вызывает статистически значимое увеличение концентрации ДГЭА, не влияя на концентрацию ГСПГ и тестостерона в сыворотке крови.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55324-2012 «Расплод медоносных пчёл *Apis Mellifera* L. Технические условия»
2. Илиешиу, Н.В. Апиларнил – румынский пчеловодный продукт личиночного происхождения// XXIX международный конгресс по пчеловодству. – Бухарест: Апимондия, 1983. с. 398.
3. Прохода, И.А. Новая технология производства биларпродуктов // Материалы международной конференции «Пчеловодство – XXI век. Пчеловодство, апитерапия и качество жизни». М.: Пищепромиздат. 2010. с. 191-193.
4. Будникова Н.В. Совершенствование технологии производства и хранения трутневого расплода медоносных пчёл: дис. канд. с-х. наук. Рыбное. 2011.
5. Бурмистрова Л.А. Физико-химический анализ и биохимическая оценка биологической активности трутневого расплода: дис. канд. биол. наук. – Рыбное, 1999.
6. Митрофанов Д.В., Будникова, Н.В., Бурмистрова, Л.А. Оптимальный состав адсорбента для стабилизации трутнёвого расплода// Пчеловодство.-2017, №10 с. 48-49
7. Погарская, Н.В., Селионова, М.И. Получение хитозан-меланинового комплекса из подмора пчёл и его использование для профилактики дисбактериоза молодняка животных // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: Материалы Девятой Международной конферен-

ции. - М.: Изд-во ВНИРО. 2008. с.188-191

8. Kurchenko, V. P., Kukulyanskaya, T. A., Azarko, I. I. et al. Physicochemical properties of chitin-melanin and melanoprotein complexes from bee corpses // *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2006. Vol. 42(3). P. 331–334. DOI: 10.1134/S0003683806030197

9. Исаев, В.А., Симоненко, С.В. Профилактика старения // Пищевая промышленность. 2014. №4. с. 52-55.

10. Велешко, А.Н., Велешко, И.Е., Румянцева, Е.В. Сорбция радионуклидов хитин- и хитозансодержащими материалами, полученными из разных источников// Прикладная физика и математика. 2015. №3. с. 12-18.

11. Митрофанов Д.В., Бурмистрова, Л.А., Будникова, Н.В. Гормоны трутневого расплода медоносных пчёл// Материалы XVII Всероссийской научной конференции «Апитерапия сегодня». Рыбное. 2014. с. 107-112.

12. Mitrofanov D., Budnikova, N., Burmistrova, L. Stability of hormone components in products based on drone brood// 44-th Apimondia International Apicultural Congress. – 2015. p. 275.

13. Jucel B., Acikgoz, A., Bayraktar, H., Seremet, C. The Effects of Apilarnil (Drone Bee Larvae) Administration on Growth Performance and Secondary Sex Characteristics of Male Broilers // *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2011. Vol. 10 (17). P. 2263-2266.

14. Моисеева, А.А., Генгин, М. Т., Гришина, Ж. В. Нейростимулирующие свойства препарата пептидов, выделенных из личинок трутневого расплода // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2015. Т. 4 (12). С. 3-9.

15. Илиешиу, Н.В., Кравченко, М. Применение драже Апиларнил и Апиларнилпроп в качестве натуральных тонических и трофических продуктов пчеловодства в терапевтических витализирующих целях // XXIX международный конгресс по пчеловодству. Бухарест: Апимондия, 1983. с. 394-398.



STUDY OF ENDOCRINOTROPIC PROPERTIES OF DRONE BROOD

Mitrofanov, Dmitry V., Federal Scientific Center of Beekeeping, dima-mitrofanoff2012@yandex.ru

Ryazanova, Elena A., Cand. biol. Sci., docent of the Department of Biological Chemistry with the Course of Clinical Laboratory Diagnostics FPDO, Ryazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, ryazanova.rgmu.ru

Lizunova, Alla S., Cand. biol. Sci., docent, Department of Pharmacognosy, Ryazan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Federal Scientific Center of Beekeeping, lizunova-alla@mail.ru

The drone brood is a relatively new product of the bee colony. It is a promising source of biologically active substances that affect endocrine functions. Chitin-chitosan-melanin complex is of interest as an additive to products based on the drone brood. The effect of the drone brood stabilized by lactose-glucose adsorbent and drone brood with the addition of chitin-chitosan melanin complex in the composition of lactose-glucose adsorbent on serum concentrations of testosterone, DHEA and SHBG in experimental animals in the absence of experimental pathology is studied. The administration of 10 mg / kg drone brood for 10 days does not cause changes in these indicators, while the introduction of 10 mg / kg drone brood in combination with 2.5 mg / kg chitin-chitosan-melanin complex causes a significant increase in the concentration of SHBG, not causing statistically significant changes in testosterone and SHBG concentrations.

Key words: drone brood, chitin-chitosan melanin complex, testosterone, DHEA, SHBG.

Literatura

1. State standart specification 55324-2012 «Brood *apis mellifera* L. Specifications»
2. Iliesiu, N.V. Apilarnil - romanian beekeeping product of larval origin// XXIX international beekeeping congress. – Bucharest: Apimondia, 1983. P. 398.
3. Prokhoda, I.A. New technology of production beelarproducts // Proceedings of the international conference "Beekeeping - XXI century. Beekeeping, apitherapy and quality of life. M.: Pishepromizdat. 2010. p. 191-193.
4. Budnikova N.V. Improving the technology of production and storage of the drone brood of honey bees: PhD dissertation in agricultural sciences. Rybnoye, 2011.
5. Burmistrova L.A. Physico-chemical analysis and biochemical assessment of the biological activity of the drone brood: PhD dissertation in biological sciences. Rybnoye, 1999
6. Mitrofanov, D.V., Budnikova, N.V. Burmistrova, L.A. The optimized composition of the adsorbent for stabilization of the drone brood// Beekeeping. -2017, №10 P. 48-49
7. Pogarskaya, N.V., Selionova, M.I. Production of chitosan-melanin complex from dead bees and its use for prevention of disbacteriosis of young animals// Modern perspectives in the study of chitin and chitosan: Proceedings of the Ninth International Conference. - M.: publishing house VNIRO. 2008. P.188-191
8. Kurchenko, V. P., Kukulyanskaya, T. A., Azarko, I. I. et al. Physicochemical properties of chitin-melanin and melanoprotein complexes from bee corpses // Applied Biochemistry and Microbiology. 2006. Vol. 42(3). P. 331–334. DOI 10.1134/S0003683806030197
9. Isaev, V.A., Simonenko, S.V. Aging prophylaxis// New ideas in food production. 2014. №4. P. 52-55.
10. Veleshko, A.N., Veleshko, I.E., Rummyantseva, E.V. Sorption of radionuclides with chitin- and chitosan-containing materials obtained from different sources // Applied Physics and Mathematics. 2015. №3. P. 12-18.
11. Mitrofanov, D.V., Budnikova, N.V. Burmistrova, L.A. Hormones of drone brood of honeybees//Materials of XVII All-Russian scientific conference « Apitherapy today ». Rybnoe. 2014. p. 107-112
12. Mitrofanov D., Budnikova, N., Burmistrova, L. Stability of hormone components in products based on drone brood// 44-th Apimondia International Apicultural Congress. – 2015. p. 275.
13. Jucel B., Acikgoz, A., Bayraktar, H., Seremet, C. The Effects of Apilarnil (Drone Bee Larvae) Administration on Growth Performance and Secondary Sex Characteristics of Male Broilers //Journal of Animal and Veterinary Advances. 2011. Vol. 10 (17). P. 2263-2266.
14. Moiseeva, AA, Gengin, M. T., Grishina, Zh. V. Neurostimulating properties of the preparation of peptides isolated from the larvae of the drone brood // News of higher educational institutions. Volga region. Natural Sciences. 2015. Vol. 4 (12). Pp. 3-9.
15. Iliesiu, N.V., Kravchenko, M. Use of Apilarnil and Apilarnilprop dragees as natural tonic and trophic bee products for therapeutic purposes // XXIX International Congress on Apiculture. Bucharest: Apimondia, 1983. p. 394-398.





ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И РЫБОВОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК ЧЕРНОГО АМУРА В СИСТЕМАХ С ЗАМКНУТЫМ ЦИРКУЛИРУЮЩИМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

НЕФЕДОВА Светлана Александровна, д-р биол. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии, nefedova-s-a@mail.ru

КОРОВУШКИН Алексей Александрович, д-р биол. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии, korovuschkin@mail.ru

ЯКУНИН Юрий Викторович, ст. преподаватель кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью работы был поиск экологических маркерных тест-ответов личинок черного амура на изменение гидрохимических условий среды в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) при использовании биологически активной добавки, стимулирующей их рост, развитие и жизнестойкость. Эксперимент доказывает, что изменение гидрохимического состава среды в УЗВ, которое происходит за счет поступления в воду немодифицированных гуминовых кислот из леонардита, оказывает положительное воздействие на посадочный материал черного амура. Жидкая водорастворимая фракция леонардита «Reasil Humic Vet» включает в себя микро- и макроэлементы в эссенциальной форме, позволяющей личинкам их легко усваивать. Биологически активная добавка является органической и оказывает положительное воздействие на рост, развитие и жизнестойкость личинок черного амура. В установке замкнутого водоснабжения при использовании жидкой водорастворимой фракции леонардита «Reasil Humic Vet» в технологии содержания посадочного материала черного амура необходимо контролировать состояние рыб, для этого проводить биотестирование, в качестве маркерных тест-ответов на изменение среды использовать динамику геммаглютина и лизоцима в личинках.

Ключевые слова: посадочный материал, черный амур, биотестирование, маркерный тест-ответ, биологически активная добавка, леонардит, аквакультура.

Введение

В настоящее время в нашей стране придают большое значение производству отечественных продовольственных товаров, все больше внимания уделяется органической продукции, проверке ее экологического качества. Стратегия инновационной деятельности АПК РФ реализуется через Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» и национальный проект «Развитие АПК». В проектах «Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов», «Международное сотрудничество» предложен алгоритм усовершенствования разведения рыб, обеспечение доступа отечественных объектов рыбоводства на мировые рынки [3, 14]. Эти задачи приобрели актуальность в связи с санкциями, на фоне пандемии, которые привели к мировому кризису в сфере логистики при импорте и экспорте продуктов питания, в том числе, производимых в технологии аквакультуры. Надо отметить, что актуально изучать экологическую составляющую при использовании различных современных технологий, используемых в товарном рыбоводстве. Исходя из сложившейся ситуации, среди предпринимательского сектора, занятого в рыбоводстве, возрастает интерес к использованию установок с замкнутым циркулирующим водоснабжением (УЗВ) (рис. 1), позволяющих выращивать рыбу при минимальных затратах ресурсов естественной природной среды. Актуально использовать УЗВ для подращивания личинок рыб и далее реализовывать их в хозяйства. В прудах

самым уязвимым возрастом рыб являются стадии личинки и малька, потери при естественном содержании могут составить 85-90 %. С учетом того, что хозяйств, осуществляющих разведение и реализацию черного амура, единицы, у рыбхозов есть сложности с приобретением этой рыбы, возникает интерес к подращиванию личинок в УЗВ, где создается уникальная экологическая среда, поддержание которой требует особого внимания со стороны специалистов.

С экологической позиции одним из определяющих преимуществ технологии аквакультуры в УЗВ является минимизация антропогенного и техногенного давления на рыб, содержащихся в бассейнах.

С учетом того, что в аквакультуре при производстве объектов искусственного воспроизводства [2] в УЗВ используется небольшое количество одной и той же циркулирующей в установке воды, требуется постоянно контролировать гидрохимические параметры, концентрацию биогенных веществ, попадающих в УЗВ с кормом и естественными отходами метаболизма рыб. Другими словами, необходимо предотвращать эвтрофирование. Актуально контролировать гидрохимические условия среды при использовании биологически активных органических добавок, позволяющих усилить рост и развитие рыб, обеспечить жизнестойкость личинок. Для этой цели подойдет экологический метод – биотестирование.

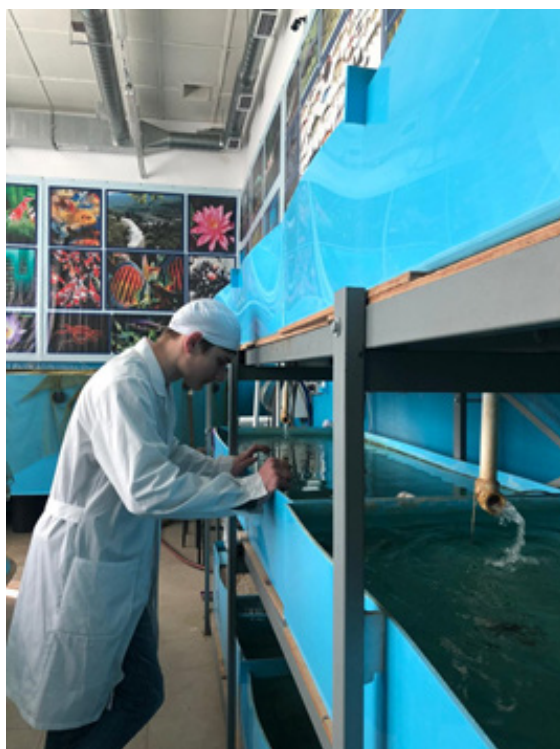


Рис. 1 – Работа с личинками черного амура в установке замкнутого водоснабжения «Рачительная» в НОЦ аквакультуры и рыбоводства ФГБОУ ВО РГАТУ

Таким образом, целью работы был поиск экологических маркерных тест-ответов личинок черного амура на изменение гидрохимических условий среды в УЗВ при использовании биологически активной добавки, стимулирующей их рост, развитие и жизнестойкость.

Работа проводилась в 2018-2020 годах. Выбор объекта исследований обусловлен тем, что в отечественной аквакультуре черный амур – рыбы отряда Карпообразные (Cypriniformes), подотряда Карповидные (Cyprinoidae), семейства Карповые (Cyprinidae), вида Чёрный амур или Китайская плотва (*Mylopharyngodon piceus*) [4,16], принадлежащих к группе моллюскофагов, являющихся оптимальными мелиораторами, способствующими снижению эпизоотических проблем в прудовых хозяйствах, становится высоко востребованным в рыбхозах. Именно эту рыбу необходимо использовать в поликультуре с карпом для минимизации заражения рыб диплостомозом, постодиплостомозом и т.д. Однако редкие рыбхозы занимаются разведением черного амура.

В научно-образовательном центре нашего университета разработана технология подращивания личинок черного амура в УЗВ. Совершенствуя эту технологию, мы использовали жидкую водорастворимую кормовую добавку комплексного действия «Reasil Humic Vet», ядром которой являются немодифицированные гуминовые кислоты, азот, углерод, сера, водород, кислород и железо, обеспечивающие жизнестойкость, интенсификацию кроветворения и жаберного дыхания во время роста и развития рыб. О положительном воздей-

ствии гуматов в качестве кормовых ингредиентов сообщают многие ученые. Так, для птиц об их эффективности пишут Ж.С. Майорова [9,13]. К.В. Корсаков [6], в карповодстве – А.А. Коровушкин [5.]. При применении добавки в рыбоводстве неизбежно изменение гидрохимического состава среды.

Для анализа воздействия жидкой водорастворимой фракции леонардита «Reasil Humic Vet» на рост и жизнестойкость посадочного материала черного амура среди экологических методов использовали биотестирование [8]. В эксперименте исследовали личинку, посаженную в УЗВ в возрасте 7 дней. Плотность посадки личинок в начале эксперимента составляла 150 тыс. шт./т; длина тела личинки – в среднем 6,8 мм. С семидневного возраста личинок подкармливали гомогенизированной фракцией комбикорма до достижения живой массы 500 мг. Количество корма (суточная норма – % от массы рыбы) рассчитывали по нормативам ВНИИПРх [15].

Схема исследований строилась по следующему алгоритму:

1 – сравнение показателей роста и сохранности количества личинок (жизнестойкость) при применении жидкой фракции леонардита в УЗВ (опытная группа) и без ее применения (контрольная группа). В бассейны, где содержали опытную группу личинок, первую неделю эксперимента вводили жидкую водорастворимую биологически активную добавку комплексного действия «Reasil Humic Vet». Анализировали рыбоводно-биологические показатели экспериментальных рыб: скорость роста – по методике Ю.А. Превезенцева и Н.И. Чугуновой [11,12], линейно-весовые показатели – по методике И.Ф. Правдина [10];

2 – сравнение результатов биотестирования по маркерным тест-ответам (динамика концентрации гемагглютинаина, лизоцима) экспериментальных личинок в процессе их роста до живой массы в среднем 500 мг (возраст 3-4 недели). Для определения концентрации гемагглютинаина и лизоцима в гомогенате личинок (по 10 мг в каждом эксперименте, в пятикратном повторении) использовали диффузно-гелевый иммуноферментный анализ и метод серийных разведений (титрование) [1]. Абсолютный прирост живой массы (увеличение живой массы особи за определенный промежуток времени) рассчитывали по формуле:

$$A_{абс} = W_1 - W_0 \quad (1)$$

где $A_{абс}$ – абсолютный прирост живой массы (кг);

W_0 – живая масса животного в начале периода, кг; W_1 – живая масса животного в конце периода, кг.

Среднесуточный прирост живой массы определяли по формуле:

$$A_{сп} = (W_1 - W_0) / t \quad (2)$$

где $A_{сп}$ – среднесуточный прирост живой массы (г);

W_0 – живая масса животного в начале периода, кг; W_1 – живая масса животного в конце периода, кг; t – продолжительность периода, дн.

Статистическую обработку результатов про-



водили по методу Стьюдента с использованием программы «Microsoft Excel».

Биотестирование показало, что жидкая фрак-

ция леонардита оказывает положительное влияние на ростовые показатели личинок, способствует их жизнестойкости (табл. 1).

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели личинок черного амура при подращивании в системе замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ)

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Выращивание личинок, сут.	7	7
Плотность посадки в УЗВ, тыс.шт/т воды	150	150
Длина тела личинки в начале эксперимента, мм	6,8	6,8
Суточная норма корма (% от массы личинок)	10	10
Введение «Reasil Humic Vet»	-	+
Живая масса в начале эксперимента, мг	5	5
Живая масса на 21 сутки эксперимента, мг	60	80*
Длина тела личинки в конце эксперимента, мм	12	14
Абсолютный прирост, мг	55	75*
Среднесуточный прирост, мг	2,62	3,57*
Жизнестойкость, отход в %	5	2

Примечание: * – различия с контрольной группой достоверны при $P \geq 0,05$

Первым маркерным тест-ответом на воздействие немодифицированных гуминовых кислот из леонардита на личинок является повышение концентрации лизоцима – белка, обеспечивающего резистентность, на 35,2 % (табл. 2).

В качестве второго маркерного тест-ответа на

добавление в УЗВ биологически активной добавки исследовали динамику гемагглютинаина, основной функцией которого является защита от вирусов, в растущем организме рыбы он способствует формированию стенок сосудов, сердца, жаберного аппарата.

Таблица 2 – Концентрация гемагглютинаина и лизоцима в гомогенате личинок черного амура

Показатели	Экспериментальные группы	
	контрольная	опытная
Лизоцим: титр мкг/мл	22,4 ± 2,5	34,4 ± 3,2*
	37,1 ± 6,4	72,3 ± 4,3*
Гемагглютинин, мл	166,6 ± 12,6	193,9 ± 11,5*

Примечание: * различия с контрольной группой достоверны при $P \geq 0,05$.

При подращивании личинок черного амура в УЗВ необходимо использовать жидкую фракцию леонардита, что позволяет повысить концентрацию гемагглютинаина в теле рыб на 27,3 %.

Заключение

Эксперимент убедительно доказывает, что изменение гидрохимического состава среды в УЗВ, которое происходит за счет поступления в воду немодифицированных гуминовых кислот из леонардита, оказывает положительное воздействие на посадочный материал черного амура. Жидкая водорастворимая фракция леонардита «Reasil Humic Vet» включает в себя микро- и макроэлементы в эссенциальной форме, позволяющей личинкам их легко усваивать. Таким образом, биологически активная добавка является органической и оказывает положительное воздействие на рост и жизнестойкость личинок черного амура. При использовании такой технологии необходи-

мо контролировать состояние рыб, для чего проводить биотестирование; в качестве маркерных тест-ответов на изменение среды использовать динамику гемагглютинаина и лизоцима в личинках черного амура.

Список литературы

1. Вихман, А. А. Иммуно-физиологический статус рыб – объектов аквакультуры: автореф. дис... д-ра биол. наук: 03.00.10/ Вихман Арнольд Анатольевич. – Москва. – 1994. – 44 с.
2. Воропаев, С.Н. Рыбоводно-биологическая характеристика черного амура (*Mylopharyngodon piceus* Rich.) как объекта искусственного воспроизводства [Текст]/С.Н. Воропаев // М.:ВНИИПРХ, 1993. – 26с.
3. Глотова, Г.Н. Анализ эффективности выращивания карпа в поликультуре с растительными рыбами [Текст]/ Г.Н. Глотова, Д.Г. Малофеев, Е.Г. Куропова // Сб. : Приоритетные



направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань. – 2019. – С. 88-92.

4. Козлов, В.И. Справочник рыбовода [Текст] / В.И. Козлов, Л.С. Абрамович // М.: Росагропромиздат, 1991. – С.92-95.

5. Коровушкин, А.А. Перспективы использования в аквакультуре комбикормов с леонардитом [Текст] / А.А. Коровушкин, С.А. Нефедова, Ю.В. Якунин // Сб.: Состояние и перспективы научно-технологического развития рыбохозяйственного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции (с международным участием). – Калининград, 2019. – С. 157-163.

6. Корсаков, К.В. Использование добавки на основе гуминовых кислот [Текст] / К.В. Корсаков, А.А. Васильев, С.П. Москаленко, Л.А. Сивохина, М.Ю. Кузнецов // Птицеводство. – 2018. – №5. – С. 22-25.

7. Лебедев, С.В. Определение качества воды по биологическим, физическим и химическим показателям : лабораторный практикум /С.В. Лебедев, Е.П. Мирошникова. – Оренбургский гос.ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2013. – 109 с.

8. Ляшенко, О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды / СпбГТУРП. – Спб. – 2012. – 67 с.

9. Майорова, Ж.С. Опыт применения гуминовой кормовой добавки в рационах цыплят-бройлеров [Текст] / Ж.С. Майорова, И.В. Запалов, Смышляев, Э.И. Запалов // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяй-

ства. – 2013. – № 4. – С. 205-208.

10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.:Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

11. Превезенцев Ю.А. Практику по прудовому рыбоводству / Ю.А. Превезенцев. – М.: Пищевая промышленность, 1982. – 23 с.

12. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1959. – 165 с.

13. Торжков Н.И., Майорова Ж.С. Программный комплекс «Рацион 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных / Н.И. Торжков, Ж.С. Майорова. - Международный журнал экспериментального образования – 2015. – № 5.

14. Распоряжение Правительства РФ от 26.11.2019 N 2798-р <Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года> (вместе с "Планом мероприятий по реализации стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года") [Текст] / Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 8.11.2019, "Собрание законодательства РФ", 02.12.2019, N 48, ст. 6905.

15. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. – Москва, Агропромиздат. – 1986. – 317с.

16. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм Рыб России и СНГ [Текст]/М., 2001.-С.172-176.

ECOLOGICAL AND FISH CULTURAL AND ECONOMIC ASPECTS OF REARING BLACK CUPID LARVAE IN CLOSED-LOOP SYSTEMS CIRCULATING WATER SUPPLY

Nefedova Svetlana A., Dr. of Biol.Professor of the Department of animal science and biology, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, nefedova-s-a@mail.ru

Korovushkin Alexey A., Dr. of Biol.Professor of the Department of animal science and biology, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, korovuschkin@mail.ru

Yakunin Yuri V., senior lecturer of the Department of machine and tractor fleet operation, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, yakunin0104@yandex.ru

The aim of the work was to search for ecological marker test responses of black Cupid larvae to changes in hydrochemical environmental conditions in the installation of closed water supply when using a biologically active additive that stimulates their growth, development and viability. The experiment proves that the change in the hydrochemical composition of the medium in the closed water supply system, which occurs due to the entry of unmodified humic acids from leonardite into the water, has a positive effect on the planting material of the black Amur. The liquid water-soluble fraction of leonardite "Reasil Humic Vet" includes micro- and macronutrients in an essential form that allows larvae to easily digest them. The biologically active additive is organic and has a positive effect on the growth, development and viability of black Cupid larvae. In a closed water supply installation, when using a liquid water-soluble fraction of leonardite "Reasil Humic Vet" in the technology of black Cupid planting material, it is necessary to monitor the state of fish, to conduct bio-testing, and to use the dynamics of gemmaglutinin and lysozyme in larvae as marker test responses to changes in the environment.

Key word: planting material, black Cupid, bioassay, marker response test, dietary Supplement, leonardite, aquaculture.

Literatura

1. Vikhman. A. A. Immuno-fiziologicheskiy status ryb – obyektov akvakultury: avtoref. dis... d-ra biol. nauk: 03.00.10/ Vikhman Arnold Anatolyevich. – Moskva. – 1994. - 44 s.

2. Voropayev. S.N. Rybovodno-biologicheskaya kharakteristika chernogo amura (Mylopharyngodon piceus Rich.) kak obyekt iskusstvennogo vosproizvodstva [Tekst]/S.N. Voropayev // M.: VNIIPRKh. 1993. – 26s.



3. Glotova. G.N. Analiz effektivnosti vyrashchivaniya karpa v polikulture s rastitelnoyadnymi rybami [Tekst] / G.N. Glotova. D.G. Malofeyev. E.G. Kuropova // Sb. : Prioritetnyye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii : Materialy Natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ryazan. – 2019. – S. 88-92.
4. Kozlov. V.I. Spravochnik rybovoda [Tekst] / V.I. Kozlov. L.S. Abramovich // M.: Rosagro-promizdat. 1991. – S.92-95.
5. Korovushkin. A.A. Perspektivy ispolzovaniya v akvakulture kombikormov s leonarditom [Tekst] / A.A. Korovushkin. S.A. Nefedova. Yu.V. Yakunin // Sb.: Sostoyaniye i perspektivy nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa: Materialy Natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem). – Kalinigrad. 2019. – S. 157-163.
6. Korsakov. K.V. Ispolzovaniye dobavki na osnove guminovykh kislot [Tekst] / K.V. Korsakov. A.A. Vasilyev. S.P. Moskalenko. L.A. Sivokhina. M.Yu. Kuznetsov // Ptitsevodstvo. – 2018. – №5. – S. 22-25.
7. Lebedev. S.V. Opredeleniye kachestva vody po biologicheskim, fizicheskim i khimicheskim pokazatelyam : laboratornyy praktikum / S.V. Lebedev. E.P. Miroshnikova. – Orenburgskiy gos.un-t. – Orenburg : OGU. 2013. – 109 s.
8. Lyashenko. O.A. Bioindikatsiya i biotestirovaniye v okhrane okruzhayushchey sredy / SpbGTURP. – Spb. – 2012. – 67 s.
9. Mayorova. Zh.S. Opyt primeneniya guminovoy kormovoy dobavki v ratsionakh tsyplyat-broylerov [Tekst] / Zh.S. Mayorova. I.V. Zapalov. Smyshlyayev. E.I. Zapalov // Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obsluzhivaniya selskogo khozyaystva. – 2013. – № 4. – S. 205-208.
10. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb / I.F. Pravdin. – M.: Pishchevaya promyshlennost. 1966. – 376 s.
11. Prevezentsev Yu.A. Praktiku po prudovomu rybovodstvu / Yu.A. Prevezentsev. – M.: Pishchevaya promyshlennost. 1982. – 23 s.
12. Chugunova N.I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb. – M.: Pishchevaya promyshlennost. 1959. – 165 s.
13. Torzhkov N.I., Mayorova Zh.S. Programmnyy kompleks «Ratsion 2+» dlya sostavleniya i balansirovaniya ratsionov dlya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh / N.I. Torzhkov. Zh.S. Mayorova. – Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya – 2015. – № 5.
14. Rasporyazheniye Pravitelstva RF ot 26.11.2019 N 2798-r (vmeste s "Planom meropriyatiy po realizatsii strategii razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda") [Tekst] / Ofitsialnyy inter-net-portal pravovoy informatsii <http://www.pravo.gov.ru>. 8.11.2019. "Sobraniye zakonodatelstva RF". 02.12.2019. N 48. st. 6905.
15. Sbornik normativno-tekhnologicheskoy dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu. – Moskva. Agropromizdat. – 1986. – 317s.
16. Katalog porod. krossov i odomashnennykh form Ryb Rossii i SNG [Tekst] / M.. 2001. – S.172-176.



УДК 631.8:631.811.1

DOI 10.36508/RSATU.2020.51.44.007

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА ГЛИНО-АЗОТНОЙ УДОБРИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ

РУЧКИНА Анастасия Владимировна, ассистент кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, pasni91@gmail.com

УШАКОВ Роман Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, r.ushakov1971@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ГОЛОВИНА Наталья Александровна, канд. биол. наук, ассистент кафедры микробиологии, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, n.a.golovina1988@mail.ru

Одним из проявлений деградационных процессов в пахотных почвах является разрушение и вынос тонкодисперсных глинистых фракций. Вследствие этого ухудшаются сорбционные свойства почв. Для их восстановления предлагается использование природных глин. С учетом отрицательного баланса азота в почвах мы рекомендуем использовать глину, предварительно обогатив ее азотом с целью улучшения удобрительных свойств (глино-азотная удобрительная смесь). Технологические



этапы для получения глино-азотной удобрительной смеси включали: предварительное измельчение глины до фракции 5 мм, перемешивание с распыляемой через форсунки азотной кислотой до полного насыщения глины в специальном модуле. В качестве нейтрализации слабо адсорбированной азотной кислоты для снижения потерь азота использовали известь. При использовании азотной кислоты без предварительной нейтрализации предлагается смешивать ее с глиной в охлажденном состоянии. Как показал лабораторный опыт с металлическими индикаторами (кнопки), за 25-30 минут глина в результате физической сорбции охлажденной азотной кислоты перевела ее в неактивное состояние, при котором азотная кислота не «дымила». Актуальность исследований заключается в изучении вопросов, связанных с минимизацией потерь азота при получении глино-азотного удобрительного средства, трансформацией азота из удобрения в почву, эффективностью удобрения при выращивании ячменя. Цель работы – получить глино-азотную удобрительную смесь и оценить ее удобрительную способность. Данные по содержанию нитратного (250 986 мг/кг) и общего (5,0 %) азота указывают на эффективное связывание глиной азотной кислоты. Удобрительное средство можно считать калийсодержащим, так как содержание подвижного и общего калия составляет соответственно 1250 мг/кг и 0,20 %. Подвижного фосфора в нашем удобрении в сравнении с калием невысокое – 76 мг/кг, хотя общего пула в два раза больше (0,45%). Содержание валовой формы меди (8,9 мг/кг) и цинка (9,5 мг/кг) соответствовало ПДК.

Ключевые слова: природная глина, азотная кислота, удобрительное средство, химический состав.

Введение

Приоритетной задачей земледелия является сохранение и приумножение ресурсов плодородия почв. Во многом проявление этого интегрального свойства связано с почвенно-поглощающим комплексом (ППК) [1], содержанием элементов питания, в частности азота [2]. ППК является материальным носителем почвенных свойств и одновременно он отражает функциональное состояние субстантивной основы почвы органической и минеральной природы. В последнее время условия для восполнения органического вещества неблагоприятны. Наибольший вклад в формирование поверхностных свойств почвы принадлежит гумусовым веществам [1]. Поэтому дальнейшая дегумификация ухудшит условия для сохранения плодородия почв, снизит эффективность агротехнических приемов, в частности, при применении удобрений. Синхронное снижение гумуса и вынос тонкодисперсных фракций в агропочвах при сельскохозяйственном использовании усиливает ухудшение почвенных свойств. В настоящее время проблематично обеспечить положительный баланс гумуса [3]. Поэтому, чтобы минимизировать негативные последствия, можно использовать глинистый материал, так как он является носителем сорбционных свойств [4]. Экспериментальные данные ряда ученых указывают на перспективность использования природных глин в качестве химических мелиорантов. Они способствуют улучшению физико-химических свойств, снижают риски развития деградационных процессов [6].

Экспериментальные данные некоторых авторов указывают на положительное влияние различных природных глин на свойства и урожайность сельскохозяйственных растений [6-9].

Анализ литературы указывает на перспективность применения природных глин в сельском хозяйстве. На наш взгляд, этот прием был бы еще более привлекательным при обогащении глин азотом для улучшения почвенных свойств и одновременного обеспечения сельскохозяйственных растений этим важным элементом.

Технологические трудности использования

азотной кислоты в качестве компонента при получении азотных удобрений возникают из-за ее химической агрессивности. Использование в качестве нейтрализатора аммиака не позволяет производить азотное удобрение в хозяйстве. Мы предлагаем использовать природную глину как доступное исходное сырье для связывания азота азотной кислоты при изготовлении глино-азотной удобрительной смеси (ГАУС).

Актуальность исследований заключается в изучении вопросов, связанных с минимизацией потерь азота при получении ГАУС, трансформацией азота из удобрения в почву, эффективностью удобрения при выращивании ячменя. Цель работы – получить ГАУС и оценить ее удобрительную способность. На стадии получения экспериментальной ГАУС решались задачи по установлению оптимального режима смешивания компонентов для минимизации потерь азота азотной кислоты. Оценка удобрительной способности предусматривала определение основных химических и физико-химических характеристик удобрительной смеси, предусматривала установление мобильности нитратного азота удобрения и эффективности при выращивании ячменя.

Схема и методика проведения исследований

В опытах глину предварительно измельчали до фракции 5 мм, перемешивали с распыляемой через форсунки азотной кислотой до полного насыщения глины в специальном модуле. В качестве нейтрализации слабо адсорбированной азотной кислоты для снижения потерь азота использовали известь (CaCO_3).

Оптимальное количество кислоты, которое необходимо смешать с суглинком, составляет 20 мл на 100 г или 200 л на 1 тонну. Использована азотная кислота концентрацией 65 % с плотностью около 1390 кг/м³ (при температуре 20 °С). Молярная масса азотной кислоты 63 г/моль. Относительная атомная масса азота 14, доля элемента в кислоте 22 %. К одной тонне суглинка необходимо добавить 278 кг азотной кислоты, в которой будет около 61 кг азота.



При использовании азотной кислоты для обогащения глины азотом возникают трудности, связанные с химическими особенностями кислоты. Препятствия обусловлены тем, что она является сильным окислителем и неустойчива в обычных

условиях.

Для получения ГАУС использовали красноцветную природную глину, химический и гранулометрический состав которой показан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический и гранулометрический состав природной глины

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cl	CaO	MgO	MnO	Глинистые частицы, %	Пылеватые частицы, %
52,7	18,9	9,6	0,17	5,1	0,18	1,3	2,9	0,01	44,2	54,9

При изготовлении оборудования по производству ГАУС возникают вопросы технологического режима смешивания компонентов. Это обусловлено, во-первых, химической агрессивностью азотной кислоты (сильный окислитель, активное разложение на воду и диоксид азота), и, во-вторых, общим отрицательным зарядом глинистых частиц, поэтому невозможностью сорбции нитрат-ионов.

Были заложены три лабораторных опыта.

Для изучения вопроса минимизации потерь азота (NO₂) из разлагаемой азотной кислоты заложены лабораторный опыт 1 – с кислотой охлажденной и комнатной температуры, и лабораторный опыт 2 – с температурой сушки более 70 °С и менее 70 °С.

Для более яркой визуализации выделения диоксида азота в опыте 1 были использованы железосодержащие кнопки в количестве пяти штук, которые перемешивались с глиной в чашках Петри и использовались отдельно от нее. Интенсивность разложения азотной кислоты определяли по характерному бурому газу.

Схема лабораторного опыта 1:

1. Fe + HNO₃ (охлажденная)
2. Fe + HNO₃ (t +22 °С)
3. Fe + HNO₃ (охлажденная) + глина
4. Fe + HNO₃ (t +22 °С) + глина

Схема лабораторного опыта 2:

1. Сушка при t >70 °С
2. Сушка при t <70 °С

Для изучения степени мобильности нитратного азота смеси был заложен лабораторный опыт 3. Для этого удобрения массой 1 и 5 г смешивали

с 40 мл дистиллированной воды и взбалтывали в течение минуты. Взвешенную суспензию добавляли к 80 г почвы с низким содержанием общего азота (0,03%). В ней определяли: pH водной вытяжки (ГОСТ 26423), pH солевой вытяжки (ГОСТ 26483), гидролитическую кислотность (ГОСТ 26484), массовую долю общего азота (ГОСТ 26107).

Схема лабораторного опыта 3:

- 1) отношение удобрения к почве (1:80) – эквивалентно дозе азота 62 кг/га;
- 2) отношение удобрения к почве (5:80) – эквивалентно дозе азота 310 кг/га.

В опыте 3 содержание азота не соответствует классическому представлению «доза удобрения», так как определяли элемент по ГОСТ, не соответствующему минеральным удобрениям (ГОСТ на ГАУС отсутствует). Поэтому 62 и 310 кг/га – это условно-эквивалентные дозы.

Для определения эффективности удобрительного средства был заложен мелкоделяночный полевой опыт с ячменем на агросерой легкосуглинистой мелкопесчано крупнопылистой почве в трехкратной повторности со следующей схемой:

- 1) без удобрений (контроль);
- 2) ГАУС 50 кг/га N (доза глины – 1 т/га);
- 3) ГАУС 100 кг/га N (доза глины – 2 т/га).

Агротехнология возделывания ячменя была общепринятой для южной части Нечерноземной зоны. Общая площадь 15 м², учетная – 10 м². Повторность трехкратная. Урожайность определяли при стандартной влажности зерна. Содержание азота в зерне определяли по ГОСТ 13496.4.

Агрохимическая характеристика агросерой почвы приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика агросерой легкосуглинистой почвы

Слой, см	K ₂ O, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	Общий азот, %	N-NO ₃ , мг/кг	pH, ед. pH	Гумус, %	ЕКО, мг-экв/100 г	<0,01, %
0–20	156,7±23,3	211,3±42,3	0,13	24,7	5,4±0,1	2,3±0,5	26,0	24,6
20–30	114,7±17,3	171,3±34,3	0,14	20,5	5,4±0,1	1,9±0,5	26,0	24,8

Нормативы оптимального содержания гумуса для агросерой легкосуглинистой почвы Среднерусской провинции установлены в пределах 2,3–3,0 %. В опытной почве в слое 0–30 см при незначительной мощности гумусового горизонта 0–11 см, мощном гумусово-элювиальном – до 30 см состоянии органического вещества соответствовало скорее минимально допустимому уровню, чем оптимальному. Обеспеченность фосфором и калием высокая. Учитывая динамичность этих показателей, их не следует считать информа-

тивными в оценке общего состояния почвы. Здесь необходимо использовать структурно-субстантивные характеристики. Наряду с содержанием гумуса, к ним можно отнести гранулометрический состав. С глубиной содержание физической глины возрастает в 2 раза. Это указывает на интенсивный вынос фракций, отвечающих за сорбционные свойства.

Данные по ЕКО и общему азоту соответствуют диагностической характеристике агросерой почвы (табл. 3).



Таблица 3 – Физико-химическая характеристика агросерой легкосуглинистой почвы

Слой, см	pH, ед.	ЕКО, мг-экв/100 г	Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	<0,01, %
0–20	5,4±0,1	26,0	8,2±1,3	24,6
20–30	5,4±0,1	26,0	7,3±1,1	24,8

В целом плодородие агросерой почвы можно оценить как неудовлетворительное. В первую очередь это обусловлено низким содержанием гумуса и вытекающими из этого проявлениями негативных процессов, которые могут охватывать, как показывают некоторые источники, весь комплекс почвенных свойств.

Агротехнология возделывания ячменя была общепринятой для южной части Нечерноземной зоны. Учетная площадь составила 10 м². Урожайность определяли при стандартной влажности зерна. Содержание азота в зерне определяли по ГОСТ 13496.4.

Оценка результатов исследований

В таблице 4 приведена краткая характеристика

Таблица 4 – Химическая характеристика ГАУС (средние значения)

Показатели	Значения	Единицы измерения	ГОСТ
Вода	9,5±0,5	%	ГОСТ 20851.4
Обменная кислотность	5,3±0,4	ед	ГОСТ 26483
Актуальная кислотность	7,3±0,7	ед	Практикум по Агрохимии
Минеев В.Г., 2001	250 986±30	мг/кг	ГОСТ 26951
Общий азот	5,0±0,4	%	ГОСТ 30181.4
Подвижный калий	1250±13	мг/кг	ГОСТ Р 54650
Общий калий	0,20±0,02	%	ГОСТ 20851.3
Подвижный фосфор	76,0±3	мг/кг	ГОСТ Р 54650
Общий фосфор	0,45±0,07	%	ГОСТ 20851.2
Кальций	128,68±2	моль/100 г	ГОСТ 26487-85
Медь	8,8±0,9	мг/кг	ГОСТ Р 50684
Цинк	9,5±0,9	мг/кг	ГОСТ Р 50686
Емкость катионного обмена (ЕКО)	47,6±7,1	мг-экв/100 г	ГОСТ 17.4.4.01-84 (п. 4.1)

Использование глинистого компонента следует, как минимум, две цели: 1 – закрепить азот; 2 – улучшить поверхностные свойства агросерой почвы. Значение ЕКО глины составляет 47,6 мг-экв/100 г. Диагностическое значение для серых лесных суглинистых и глинистых почв (по классификации 1977 г) – 20-25 мг-экв/100 г. В опытной почве ЕКО составила в слое 0-20 и 20-30 см 26,0 мг-экв/100 г. Следовательно, регулярное внесение глинистого вещества будет способствовать улучшению сорбционных свойств ППК.

В технологическом плане использование азотной кислоты без предварительной нейтрализации невозможно по причине ее неустойчивости на свету. Мы предлагаем использовать ее без дополнительных затрат на нейтрализацию, предварительно охладив ее. Лабораторный опыт показал, что применение охлажденной азотной кислоты отодвигает реакцию ее взаимодействия с железом.

экспериментального удобрения. Одним из недостатков удобрения является слабо-кислая реакция среды (pH_{KCl} около 5). Данные по содержанию нитратного (250 986 мг/кг) и общего (5,0 %) азота указывают на эффективное связывание глиной азотной кислоты. Удобрение можно считать калийсодержащим, так как содержание подвижного и общего калия, соответственно, 1250 мг/кг и 0,20 %. Подвижного фосфора в нашем удобрении в сравнении с калием невысокое – 76 мг/кг, хотя общего пула в два раза больше (0,45 %). Содержание валовой формы меди (8,9 мг/кг) и цинка (9,5 мг/кг) соответствовало ПДК.

В вариантах 1 и 3 выделение диоксида азота не обнаружено. По истечении 25-30 минут температура охлажденной азотной кислоты становилась комнатной, и начался процесс выделения бурого газа у варианта 1. На варианте 3 с глиной такой эффект отсутствовал, и впоследствии он не наблюдался. Это дает основание предположить, что за 25-30 минут глина в результате физической сорбции охлажденной азотной кислоты перевела ее в неактивное состояние, при котором азотная кислота не разлагалась.

Одним из этапов получения ГАУС является ее сушка непосредственно после смешивания глины и азотной кислоты. Для изучения поведения азота на этом технологическом этапе заложен лабораторный опыт 2. Установлено, что при более щадящей сушке (t<70 °C) потери азота сократились на 30 % по сравнению с сушкой при t>70 °C.

Удобрительный эффект (доступность) зависит от мобильности элемента. В нашем случае



мобильность азота устанавливали путем определения азота в почве после добавления к ней раствора, полученного в результате взаимодействия ГАУС с водой (опыт 3).

После кратковременного взаимодействия с водой (имитация почвенного раствора) азот мобильно трансформируется и закрепляется почвой. Как видно из таблицы 5, содержание общего азота при условно-эквивалентной дозе 310 кг/га достоверно увеличилось по сравнению с исходным уровнем

(0,03 %) в 3 раза. Следовательно, можно предположить, что сразу после посева азот ГАУС будет доступным для культурных растений. Между вариантом с условно-эквивалентной дозой 62 кг/га и исходным содержанием различия были не достоверными. Использование ГАУС не привело к подкислению почвенного раствора агросерой почвы, а, наоборот, даже способствовало нейтрализации кислотности.

Таблица 5 – Содержание азота и кислотность агросерой почвы

Вариант	Исходный N-NO ₃ , мг/кг	Исходный общий азот в почве, %	Опыт 3			
			Общий азот, %	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, моль/100 г
Условно-эквивалентная доза азота 62 кг/га	24,7	0,03	0,050±0,005	5,75±0	5,23±0,1	2,15±0,03
Условно-эквивалентная доза азота 310 кг/га	24,7	0,03	0,095±0,005	6,10±0	6,10±0,1	1,69±0,015

В некоторых случаях сельскохозяйственное использование почв приводит к усилению выветривания минеральной части почвы, сопровождающегося снижением илистого компонента. Одним из провоцирующих факторов является подкисление почвенного раствора, создающее условия для кислотного гидролиза минералов, механической дезинтеграции почвенных частиц, трансформации минералов [11, 12]. Поэтому использование ГАУС предполагало решение задач по обогащению почвы глинистым компонентом и обеспечению сельскохозяйственных растений, в частности, ячменя.

Испытание ГАУС проводили в полевых условиях в 2018 и 2019 годы. Доза азота составила около 50 кг/га. Удобрительное средство вносили весной одновременно с посевом. В течение двух лет погодные условия были неблагоприятными. До фазы кущения включительно осадков выпало 20 % от нормы.

Динамика всходов ячменя на варианте без удобрений была более дружной по сравнению с вариантами с внесением ГАУС. На контроле все всходы (450 шт/м²) появились на 9-й день после посева, в то время как на опытных делянках к этому времени количество всходов составило 377 шт/м² (ГАУС 50 кг/га N) и 360 шт/м² (ГАУС

100 кг/га N), и фаза полных всходов наступила на 13-й день. Некоторое угнетение прорастания семян на фоне ГАУС объясняется, по-видимому, высокой концентрацией азота, которая проявляется в результате вымывания нитратного азота из глинистого компонента. Неравномерное появление всходов сильнее проявлялось в засушливое время сева. Азот в традиционных азотных минеральных удобрениях становится доступным для растения по мере растворения гранул, в нашем удобрительном средстве – в результате вымывания. В нормальные по увлажнению годы во время сева угнетение появления всходов не наблюдалось.

На рисунке 1 показаны средние результаты трехлетней серии опытов, в которых начальный период двух лет (2018 и 2019 гг.) был засушливым – за период сева-полные всходы содержание воды в слое почвы 0-30 см уменьшилось с 22 до 17 %, – и всходы появлялись в неблагоприятных условиях. Однако, как показали дальнейшие наблюдения за биометрикой ячменя, отмеченное выше несколько негативное влияние ГАУС на всходы компенсировалось в целом хорошим развитием культуры.

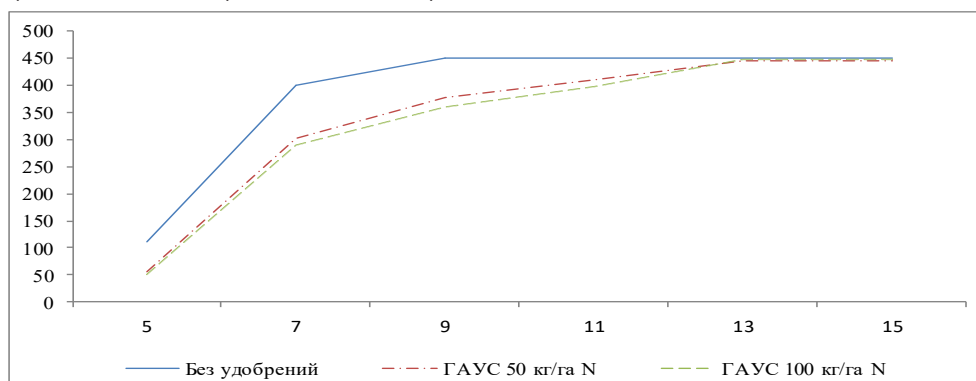


Рис. 1 – Динамика всходов ячменя



При дозе азота 50 кг/га высота растений составила 58 см, 100 кг/га – 77 см, в то время как на контроле – 45 см. Продуктивность культурных растений напрямую зависит от массы 1000 семян и длины колоса (числа зерен в колосе). Отмеченные показатели оказались наилучшими, соответственно, 37 г и 7,3 см на варианте с дозой внесения 100 кг/га. Это больше контроля на 6 г и 1,8 см. При внесении ГАУС с дозой азота 50 кг/га разница с контролем составила по массе 1000 семян – 3 г, длине колоса – 0,9 см. По этой причине прибавка урожайности ячменя составила в зависимости от дозы азота 0,8-1,2 т/га. Содержание азота в зерне достоверно увеличилось по сравнению с контролем на 0,74 % (абс. ед.) и составило 2,35 % при дозе 100 кг/га азота и 2,10 % – при дозе 50 кг/га элемента.

Заключение

Одной из причин ухудшения плодородия агропочв является снижение функциональной активности ППК вследствие потерь веществ с высокой сорбционной активностью – высокомолекулярных органических соединений, тонкодисперсных минеральных фракций. Это является предпосылкой для деградации почв. Для ее предотвращения предлагается использование природной глины. На наш взгляд, использование глины и азотной кислоты для получения в хозяйстве удобрительного средства с одновременным мелиорирующим эффектом может являться перспективным мероприятием. Изначально исходный глинистый компонент не кислый, он не содержит с превышением ПДК тяжелые металлы, обладает высокой ЕКО. Установлено, что азот экспериментального средства при условии достаточного увлажнения почвы является мобильным и быстро из раствора трансформируется в почву. Применение ГАУС под ячмень обеспечивает прибавку урожайности культуры в острозаушливые годы на 0,8-1,2 т/га при урожайности на контроле без ГАУС – 2,3 т/га. Однако на стадии получения ГАУС возникают трудности, связанные с химическими особенностями азотной кислоты. Для их решения предлагается при обогащении глины азотом использовать охлажденную азотную кислоту, использовать щадящий режим сушки ($t < 70^\circ\text{C}$). Для уточнения вопросов влияния глинистого компонента на ППК почвы, улучшения технологических свойств ГАУС, его перспективности и определения места в системе удобрений необходимы дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Травникова, Л. С. Органоминеральные взаимодействия: роль в процессах формирования, их плодородия и устойчивости к деградации [Текст] / Л. С. Травникова. - М.: Почвенный институт им.

В.В. Докучаева Россельхозакадемии. – 2012. – С. 181–183.

2. Завалин, А. А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней: монография [Текст] / А. А. Завалин, О. А. Соколов. - Москва, 2016. – С. 159–163.

3. Сычев, В. Г. О балансе питательных веществ в земледелии России [Текст] / В. Г. Сычев, С. А. Шафран // Плодородие. - 2017. – № 1(94). – С. 1–4.

4. Глинистые минералы в почвах: учебное пособие [Текст] / Т. А. Соколова, Т. Я. Дронова, И. И. Толпешта. - Тула: Гриф и К, 2005. – С. 124–125.

5. Соколова, Т. А. Разрушение глинистых минералов в модельных опытах и в почвах: возможные механизмы, скорость, диагностика (анализ литературы) [Текст] / Т. А. Соколова // Почвоведение. – 2013. – № 2. – С. 1–16.

6. Козлов, А. В. Физико-химические свойства бентонита и его влияние на кислотно-основные показатели и эффективное плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы [Текст] / А. В. Козлов, А. Х. Куликова, И. П. Уромова // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2017. – Вып. 90. – С. 73–95.

7. Агафонов, Е. В. Влияние бентонита на урожайность и качество озимой пшеницы на темно-каштановой почве [Текст] / Е. В. Агафонов, А. В. Цыганков // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 24–26.

8. Агафонов, Е. В. Применение бентонита на черноземе южном [Текст] / Е. В. Агафонов, В. П. Горячев // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 20–21.

9. Болиева, З. А. Цеолитсодержащие глины повышают качество клубней картофеля [Текст] / З. А. Болиева, Ф. Т. Гериева // Земледелие. – 2012. – № 7. – С. 17–18.

10. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях: Метод. Рекомендации [Текст] / А. С. Фрид, И. В. Кузнецова, И. Е. Королева, А. Г. Бондарев [и др.]. – М.: ГНУ Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. – С. 123–127.

11. Минералогический состав тонкодисперсных фракций и резервы калия в черноземе при внесении минеральных удобрений [Текст] / Н. Н. Шаповалова, Н. П. Чижикова, Е. И. Годунова, И. Г. Сторчак // Плодородие. - 2018. – № 3 (102). – С. 25–31.

12. Чижикова, Н. П. Проблемы взаимодействия вносимых веществ с почвой [Текст] / Н.П. Чижикова, Е. И. Годунова // Мат-лы научн. конф. по фундаментальному почвоведению. - М., 2004. – С. 128–139.

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT AND USE AS A FERTILIZER OF A CLAY-NITROGEN FERTILIZER MIXTURE

Ruchkina Anastasia V., Assistant of the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnical University named after P.A. Kostychev, nasni91@gmail.com

Ushakov Roman N., doctor of agricultural sciences, professor of the department of selection and seed production, agrochemistry, forestry and ecology, Ryazan State Agrotechnical University named after P.A. Kostycheva, r.ushakov1971@mail.ru



Golovina Natalya A., candidate of Biological Sciences, Assistant of the Department of Microbiology, Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlova, n.a.golovina1988@mail.ru

The destruction and removal of fine clay fractions is one of the manifestations of degradation processes in arable soils. As a result of this, their sorption properties deteriorate. To improve them, the use of natural clays is proposed. Given the negative nitrogen balance in soils, it is recommended to use clay, pre-enriched with nitrogen in order to improve its fertilizing properties (clay-nitrogen fertilizer). Technological steps for obtaining clay-nitrogen fertilizer included: preliminary grinding to 5 mm, mixing in a special module with nitric acid sprayed through nozzles until the clay is completely saturated. Lime was used to neutralize the weakly adsorbed nitric acid in order to reduce the nitrogen loss. To use nitric acid without prior neutralization, it is proposed to mix it with clay in a cooled state. A laboratory experiment with metal indicators (buttons) showed that as a result of physical sorption of the chilled nitric acid, clay turned it in 25-30 minutes into an inactive state, where nitric acid did not "smoke". The relevance of the research is to study the issues of minimizing nitrogen losses from nitric acid when producing clay-nitrogen fertilizers. The aim of the work is to study the main characteristics of an experimental clay-nitrogen fertilizer. The data on the content of nitrate (250 986 wt ppm) and total (5.0%) nitrogen indicate effective clay binding of nitric acid. The fertilizer can be considered potassium-containing, as the content of mobile and total potassium was 1,250 wt ppm and 0.20%, respectively. In comparison with potassium, mobile phosphorus in the fertilizer was low (76 wt ppm), although the total pool was twice as large (0.45%). The content of the gross form of copper (8.9 wt ppm) and that of zinc (9.5 wt ppm) corresponded to MAC.

Key words: natural clay, nitric acid, chemical composition.

Literatura

1. Travnikova, L.S. Organomineral'nye vzaimodejstviya: rol' v processah formirovaniya, ih plodorodiya i ustojchivosti k degradacii [Tekst] / L.S. Travnikova // M.: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva Rossel'hoz akademii. – 2012. – S. 181–183.
2. Zavalin, A.A. Potoki azota v agroekosisteme: ot idej D.N. Pryanishnikova do nashih dnei: monografiya [Tekst] / A.A. Zavalin, O.A. Sokolov // Moskva, 2016. – S. 159–163.
3. Sychev, V.G. O balanse pitatel'nyh veshchestv v zemledelii Rossii [Tekst] / V.G. Sychev, S.A. Shafran // Plodorodie, 2017. – № 1(94). – S. 1–4.
4. Glinistye mineraly v pochvah: Uchebnoe posobie [Tekst] / T.A. Sokolova, T.YA. Dronova, I.I. Tolpeshta // Tula: Grif i K, 2005. – S. 124–125.
5. Sokolova, T.A. Razrushenie glinistyh mineralov v model'nyh opytah i v pochvah: vozmozhnye mekhanizmy, skorost', diagnostika (analiz literatury) [Tekst] / T.A. Sokolova // Pochvovedenie. – 2013. – № 2. – S. 1–16.
6. Kozlov, A.V. Fiziko-himicheskie svoystva bentonita i ego vliyanie na kislotno-osnovnye pokazateli i effektivnoe plodorodie dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj pochvy [Tekst] / A.V. Kozlov, A.H. Kulikova, I.P. Uromova // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. – 2017. – Vyp. 90. – S. 73–95.
7. Agafonov, E.V. Vliyanie bentonita na urozhajnost' i kachestvo ozimoy pshenicy na temno-kashtanovoj pochve [Tekst] / E.V. Agafonov, A.V. Cygankov // Zemledelie. – 2011. – № 7. – S. 24–26.
8. Agafonov, E.V. Primenenie bentonita na chernozeme yuzhnom [Tekst] / E.V. Agafonov, V.P. Goryachev // Zemledelie. – 2011. – № 8. – S. 20–21.
9. Bolieva, Z.A. Ceolitsoderzhashchie gliny povyshayut kachestvo klubnej kartofelya [Tekst] / Z.A. Bolieva, F.T. Gerieva // Zemledelie. – 2012. – № 7. S. 17–18.
10. Zonal'no-provincial'nye normativy izmenenij agrohimicheskikh, fiziko-himicheskikh i fizicheskikh pokazatelej osnovnykh pashotnykh pochv evropejskoj territorii Rossii pri antropogennykh vozdejstviyah [Tekst] / A.S. Frid, I.V. Kuznecova, I.E. Koroleva, A.G. Bondarev i dr. // Metod. Rekomendacii. – M.: GNU Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2010. – S. 123–127.
11. Mineralogicheskij sostav tonkodispersnykh frakcij i rezervy kaliya v chernozeme pri vnesenii mineral'nykh udobrenij [Tekst] / N.N. SHapovalova, N.P. CHizhikova, E.I. Godunova, I.G. Storchak // Plodorodie, 2018. – № 3 (102). – S. 25–31.
12. CHizhikova, N.P. Problemy vzaimodejstviya vnosimyh veshchestv s pochvoj [Tekst] / N.P. CHizhikova, E.I. Godunova // Mat-ly nauchn. konf. po fundamental'nomu pochvovedeniyu. M., 2004. – S. 128–139.





АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРО-КОРИЧНЕВЫХ (КАШТАНОВЫХ) ПОЧВ БАСЕЙНА ШАМКИРЧАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

САДЫХОВ Рамиль, д-р философии по аграрным наукам, доцент, Азербайджанский государственный нефтяной и промышленный университет, Республика Азербайджан, Баку, Ramil_Sadiqov-1983@mail.ru

Азербайджан входит в число засушливых и безлесных стран в мире. Водные ресурсы в нашей стране занимают последнее место среди трех стран Южного Кавказа. Таким образом, у нас в 7 раз меньше водных ресурсов, чем в соседней Грузии, и в 3 раза меньше, чем в Армении. 65 % рек, протекающих по стране, являются транзитными, а 35 % – местными. Северо-восточный склон Малого Кавказа сформировался как историческая сельскохозяйственная зона в экономике страны и занимал одно из ведущих мест в производстве сельскохозяйственной продукции. Однако недавний демографический взрыв, высокая урбанизация и уменьшение количества осадков в результате глобального потепления усугубили процесс дефицита воды в регионе и стали одной из самых актуальных проблем сегодняшнего дня. В стране осуществляются научно-исследовательские работы для проведения почвенных реформ, экономичного использования природных ресурсов, обеспечения экологических, агроэкологических, биоэкологических, геоэкологических свойств на основе мировой практики и научно-практических достижений [1-4]. В статье показаны цель, задачи и методика исследования, даны сведения об ученых, сыгравших важную роль в изучении характеристик почвенных покровов и агроэкологических свойств области исследования, приведены результаты проведенных исследований трех типов бурого-коричневых почв: темно бурого-коричневых, просто бурого-коричневых, светло бурого-коричневых, распространенных в бассейне Шамкирчайского водохранилища. Сделаны разрезы почв в местах, соответствующих трем типам почв; эксперимент проводился в два этапа. Во время степных исследований были выкопаны 9 разрезов, взяты образцы, проведены анализы для определения диагностических параметров. Результаты проведенных анализов показаны в виде таблиц. Все анализы были осуществлены на основе современных методик [4-7].

Ключевые слова: водохранилище, бассейн, агроэкологическая оценка, бурого-коричневые почвы, гумус, показатели плодородия, гранулометрический состав, диагностический параметр, разрез почвы.

Введение

Одной из самых глобальных проблем XXI века является защита окружающей среды, в том числе растительного покрова. Хотя человек играет ключевую роль в отношениях природа-человек-природа, он все еще прямо и косвенно зависит от природы. Воздух, вода, природные ресурсы и сырье для промышленности являются одними из самых важных благ природы. В результате недавнего резкого увеличения численности населения среда претерпела антропогенные изменения в глобальном масштабе (97 %), и высокий уровень развития современного научно-технического прогресса углубил этот процесс [7,8].

Почвенный покров считается основой природных ресурсов и промышленных сил Республики. С этой стороны самым актуальным исследованием считается изучение агроэкологических параметров, оценка развития почв с экологическим оцениванием бассейна Нового Шамкирчайского водохранилища. Шамкирчайское водохранилище является одним из двух последних водохранилищ, использованных в русле одноименной реки (второе водохранилище называется «Тахта корпус»). Уровень грунтовых вод зависит от количества осадков и от литологического состава на территории. Осенью и весной в результате атмосферных осадков уровень грунтовых вод повышается и становится причиной увлажнения территории и изменения гидротермического режима [8,9].

Почвенный покров бассейна Шамкирчайского водохранилища отличается сложным строением.

На территории имеются несколько ландшафтных форм, свойственных государству. По географическому признаку почвы бассейна подчиняются вертикальному зональному распределению в связи с различной высотностью территории. Исследование по изучению почвенных покровов Малого Кавказа проводились М. П. Бабаевым, Г. Д. Багировым, Г. А. Гияси, Г. Ш. Мамедовым, Б. Г. Шакури, К. А. Алекперовым, В. Р. Волобуевым, М. Э. Салаевым, А. А. Ибрагимовым, А. М. Шихлинским, А. Н. Изюмовым и другими исследователями [9,10].

Цель и задачи исследования

Основными целями в проведении исследования являются экологическая оценка почв бассейна; применение бонитетной шкалы; изучение воздействия эрозии на диагностические показатели почв; анализ влияния окружающей среды на развитие региона и основной цели строительства водохранилища; антропогенные и экзогенные воздействия; анализ современного положения земледелия; исследование почв бассейна Нового Шамкирчайского водохранилища. Для ведения исследования изучены материалы в двух направлениях – теоретическом и экспериментальном. В теоретической части были проанализированы проведенные долгосрочные комплексные работы по диагностике, номенклатуре, классификации горных коричневых луговых почв, относящихся к исследуемой области Малого Кавказа. В практической части были получены результаты и проведены анализы на взятых почвенных разрезах на основе современных методик, используемых в ми-



ровой практике в настоящее время. Все типы и подтипы почв, данные в статье, соответствовали Международным именам почв (WRB); были составлены почвенные карты на основе программы ArcGIS. Во время исследований было введено индексирование почвенных горных горизонтов и было согласовано генетическое свойство системы WRB – корреляции с основными показателями почвенных классификаций Азербайджана.

Основной целью работы, представленной в статье, является изучение почвенно-экологических условий бассейна Шамкирчайского водохранилища, в том числе экологических свойств буро-коричневых почв, распространенных на территории. Исследование этих почв состоит в изучении влияния природных и антропогенных факторов регулирования параметров плодородия, морфологических свойств, согласования диагностических классификаций и номенклатур подтипов почв современной классификации.

Объект и методика исследования

Объект исследования. Для исследования была взята территория бассейна Шамкирчайского водохранилища, находящаяся на склоне Малого Кавказа. В территорию бассейна водохранилища входят некоторые части четырех регионов Республики. В результате постройки водохранилища появились орошаемые земельные участки: в районе Горанбой – 20465 Га, Самух – 18381 Га, Гек-гел – 2300 Га, Шамкир – 29810 Га. В качестве объектов исследования были взяты буро-коричневые почвы, находящиеся в этих районах.

Методика исследования. В прогнозировании на научной основе и определении закономерности процессов, происходящих на почвах, играет большую роль применение научной методологии. Во время исследования были определены некоторые маршруты, и на основании этого отмеченные места на поставленных разрезах почв были еще раз утверждены в степных условиях. Исследование проводилось по заранее определенным маршрутам на характерных местах, в 2018-2019 годах. Все разрезы, поставленные на территории исследования, были определены современными методами и средствами (определение по географическим координатам). Географические координаты взятых почвенных образцов определялись устройством Garmin GPS map 62s. Поставленные в степи почвенные разрезы были пронумерованы, отмечены толщина почвы, гранулометрический состав, цвет, структура, твердость и ряд морфологических характеристик. Были взяты образцы по генетическим слоям из поставленных разрезов почвы. Химические анализы исследуемых материалов проводились на основе принятых методик «Бонитировка и агроэкология почв» и «Мелиорация почв» в лабораториях Института Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана.

Во время степных исследований были проведены: о определение степени почвенной эрозии методом С.С.Соболева и К.А. Алекперова; общего гумуса в почве – методом И.М. Тюрина;

общего азота – методом Кейлдала, карбонатов – устройством кальциметр. Основным фактором в изучении почв является гранулометрический состав, который был analyzed методом Н.А. Качинского. Были анализированы нитраты методом Грандал-Ляжу, растворимый в воде аммиак – методом Неслера, поглощенный от форм азота аммиак – методом Коньева, гигроскопическая влажность – термическим методом, поглощенные катионы – методом Д. Иванова. Достоверность полученных результатов была подтверждена методом математической статистики (Б.А. Доспехов).

Анализ полученных результатов

Изучение почв Нового Шамкирчайского водохранилища тесно связано с изучением геологическо-геоморфологических условий Малого Кавказа. Северо-Восточная часть Малого Кавказа имеет сложную геоморфологическую структуру. Геологическо-геоморфологическое условие Малого Кавказа было изучено М.А. Салаевым и другими исследователями. Северо-восточная часть Малого Кавказа разделяется на зоны, которые сильно отличаются друг от друга по рельефу, высоте, структуре, поверхности и т.д. [8-10]:

- 1) высокая горная зона;
- 2) средняя горная зона;
- 3) низкая горная зона;
- 4) пояс наклонных равнин.

Большая часть исследуемой области расположена на равнинных территориях, которые относятся к теплому климатическому поясу, где зима сухая. В нижней части бассейна климат теплый и сухой. Здесь сумма активных температур изменяется в интервале 35-45 °С. Средняя температура июля доходит до 23-26 °С, а максимальная температура – до 37-40 °С. В основном зима протекает умеренно тепло. В бассейне январь считается самым холодным месяцем, где средняя месячная температура ближе 0 °С.

Влажность на территории бассейна можно оценивать как удовлетворительную. Количество годовых осадков составляет 240-390 мм. В зависимости от положения по мере высоты тепло снижается, и климат на высоте становится резко холодным. Снежный покров в некоторых частях бассейна на высоте 1300-1400 м от уровня моря иногда остается продолжительное время.

Буро-коричневые (каштановые) почвы. Серо-коричневые (каштановые) почвы относятся к антропогенно-модифицированному классу почв. В этих почвах толщина слоя аккумулятивного А в основном колеблется от 28 до 35 см. Цвет серо-каштановый, структура мелкозернистая, гумусовый слой в основном составляет 2,4-3,2 % от длины профиля. Поглощающая способность составляет 30-32 мг-экв., pH в водном растворе находится в пределах 7,8-8,2. Исходя из гранулометрического состава, частицы размером менее 0,01 мм составляют 50-53 %, а частицы размером менее 0,001 мм – 18-23 %. Подземные воды начинают появляться в основном на глубине более 3-4 метров.

Серо-коричневые (каштановые) почвы отно-



сятся к сухой субтропической степной зоне и распространены в горах Малого Кавказа. Эти почвы составляют 80 % исследуемой части и находятся в сухой субтропической зоне, в низогорной зоны и предгорной области на высоте 200-300 м от уровня моря. Средняя годовая температура на территории изменяется в интервале 10,5-14,2 °С. На буро-коричневых почвах количество осадков составляет 275 - 440 мм [10].

Рельеф поверхности в основном фрагментирован, напоминает низменные предгорья. В этих районах преобладают накопительные рельефы в форме водной эрозии. Засушливая субтропическая степная зона является одной из древнейших областей орошаемого земледелия. Эти земли

до сих пор широко используются под капельным и орошаемым земледелием. В зависимости от местности в районе исследования обнаружены серо-коричневые (каштановые) почвы разного морфогенетического профиля. В зависимости от условия почвообразования, от характеристик почвообразующих пород и растительных покровов в области исследования распространились в основном 3 подтипа буро-коричневых почв: темно буро-коричневые, буро-коричневые, светло буро-коричневые.

Морфологическое описание профиля серо-коричневых (каштановых) орошаемых почв представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологическое описание профиля серо-коричневых (каштановых) орошаемых почв

	Глубина проникновения корневой массы	60-80 см
	Цвет слоя гумуса	Серо-бурый
	Толщина гумусового слоя	40-50см
	Гранулометрический состав	< 0,01 мм 40-55 % < 0,001 мм 25-27 %
	Структура горизонта Ал/	Комковато-пылеватая
	Структура горизонта Ал//	Комковато-глыбистая
	Толщина упрочненного слоя	Слабая 30-35 см
	Глубина и характер карбонатного слоя	Слабая 60-100 см
	Форма карбонатов	Мицелла, плесень
	Форма и глубина появления гипса	110-140 см, мягкие кристаллы
	Форма и глубина появления солей	90-100 см, белесые пятна
	Глубина грунтовых вод	После 3-4 м, 0,8-1,0 г/л

В сравнении с другими подтипами темно буро-коричневые почвы распространены в ограниченных местах. Верхняя граница этих почв проходит по левым и правым берегам на высоте 500-550 м, а нижняя часть – на высоте 200-300 м от уровня моря. Более просторные ареалы темно буро-коричневых почв расположены дальше от орошаемых зон, изображенных на исследуемой территории в [10].

В таблице 2 приведены результаты анализа диагностических параметров по трем разрезам. Из таблицы видно, что на всех разрезах в слое толщиной 0-20 см количество гумуса изменяется в интервале 3,97-4,36 %. В почвенных профилях гумус постепенно снижается к нижним слоям. На самых нижних профилях его количество составляет 1,60-0,94 %. Гумус аналогичен гумату и

фульват-гумату. Соотношение Ch/Cf изменяется в интервале 1,0-1,2. Соответственно гумусу общий азот составляет 0,083 - 0,317 %. Соотношение C/N изменяется в интервале 0,7- 0,9.

По результатам анализов на исследуемых разрезах темно буро-коричневых почв было определено, что гранулометрический состав в профилях с разными фракциями ила и глины имеет разную емкость. По профилю количество физической глины изменяется в интервале 40,97-68,82 %, количество фракций ила в интервале 11,47-26,08 %. Гигроскопическая влажность изменяется в интервале 5,60-7,87 %, а pH – в интервале 6,7-7,2. Сумма поглощенных оснований изменяется в интервале 22,68-32,84 мг-экв, карбонатность – в интервале 2,59 - 8,25 (табл. 2).

Буро-коричневые почвы распространены на



высоте 200-400 м в нижних частях каналов бассейна Шамкирчайского водохранилища и вокруг реки Куры. В зависимости от количества осадков и других климатических элементов отмеченные буро-коричневые почвы развиваются в условиях необмывающего водного режима. Почвы обычно начинают кипеть с поверхности. Количество гумуса в буро-коричневых почвах относительно меньше, чем в темно буро-коричневых.

Из таблицы 3 видно, что на разрезах 4, 5 и 6 в

слое толщиной 0-20 см количество гумуса изменяется в интервале 3,22- 4,62 %, а в самом нижнем слое – в интервале 0,25-1,06 %. Гумус аналогичен гумату и фульват-гумату. Соотношение C_n/C_f изменяется в интервале 1,3-1,5. Соответственно гумусу общий азот в слое толщиной 0-20 см составляет 0,236-0,323 %, соотношение C/N изменяется в интервале 0,7-0,9, на самых нижних слоях составляет 0,101%.

Таблица 2 – Диагностические параметры темно буро-коричневых почв

Разрез №	Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	$CaCO_3$, %	СПО, мг-экв.	Гиг. влаж. %	pH	Гранулометрический состав, %	
								<0,001 мм	<0,01 мм
1	AUa 0-19	4.13	0.222	6.95	22.68	5.83	6.7	26.08	65.92
	A/B 19-50	2.49	0.212	7.05	23.12	6.01	6.7	21.52	66.48
	Bt 50-73	2.06	0.204	7.32	22.72	6.01	6.6	24.48	68.82
	B/C 73-110	1.29	0.163	8.25	25.44	5.60	6.6	20.64	68.48
	C 110-155	0.94	0.118	8.14	29.28	5.72	6.7	18.56	59.68
2	AUa 0-23	3.97	0.218	3.98	30.78	6.80	6.8	18.00	40.97
	A/B 23-38	3.12	0.193	3.90	31.80	7.03	6.8	16.48	44.72
	Bt 38-64	2.21	0.171	2.59	29.06	6.60	6.9	18.96	52.12
	B/C 64-96	1.06	0.109	4.25	He ан.	6.69	6.8	24.80	46.56
	C 96-125	0.82	0.083	4.35	-	6.71	7.0	21.60	40.96
3	AUa 0-20	4.36	0.317	6.97	28.19	7.87	7.2	20.16	55.68
	A/B 20-39	3.53	0.249	6.57	28.26	7.08	7.1	18.94	51.36
	Bt 39-60	2.28	0.194	6.95	32.84	6.83	7.2	17.56	61.36
	B/C 60-76	2.00	0.183	7.53	He ан.	7.07	7.2	12.08	59.24
	C 76-98	1.60	0.161	7.22	28.19	6.94	7.2	11.47	62.00

По результатам анализов на разрезах 4, 5 и 6 было определено, что гранулометрический состав в профилях с разными фракциями ила и глины имеет разную емкость, как и в темно буро-коричневых почвах. Количество физической глины составляет 53,80-62,23 %, фракции ила соответственно изменяются в интервале 16,51-22,76 %. Гигроскопическая влажность изменяется в интервале 2,00-4,90, а pH – в интервале 6,8-8,6. Сумма поглощенных оснований изменяется в интервале 25,33-37,40 мг-экв, карбонатность – в интервале 7,12-12,13 (табл. 3).

Светло буро-коричневые почвы распространены ниже темно буро-коричневых и просто буро-коричневых почв, где более сухо. Эти почвы охватывают нижнюю часть предгорья, правый и левый берег реки Куры и большие участки на наклонных шлейфах Шамкирского канала. В зависимости от сухих климатических условий на территориях, где распространены светло буро-коричневые

почвы, процесс почвообразования происходит в необмывающем водном режиме. Эти почвы характеризуются тонким мягким профилем гумуса в сравнении с другими подтипами почв. Светло буро-коричневые почвы отличаются относительно светлым оттенком и карбонатностью.

В таблице 4 приведены результаты анализа диагностических параметров светло буро-коричневых почв. По результату анализа разрезов 7, 8 и 9 было определено, что гранулометрический состав в профилях с разными фракциями ила и глины имеет разную емкость. По профилю количество физической глины изменяется в интервале 53,80-66,73 %, количество фракций ила в интервале 11,56-23,95%. Гигроскопическая влажность изменяется в интервале 2,20-4,93 %, а pH – в интервале 7,0-8,9. Сумма поглощенных оснований изменяется в интервале 26,93-32,02 мг-экв, карбонатность в интервале 8,05-17,25 (табл. 4).

Таблица 3 – Диагностические параметры буро-коричневых почв

Разрез №	Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	$CaCO_3$, %	СПО, мг-экв.	Гиг. влаж. %	pH	Гранулометрический состав, %	
								<0,001 мм	<0,01 мм
4	AUa 0-17	3.22	0.236	10.59	31.50	4.9	8.4	17.20	57.25
	A/B 17-35	2.81	0.210	11.25	30.20	4.4	8.6	18.62	55.66
	Bt 35-62	2.01	0.160	12.13	28.15	4.8	8.5	19.04	61.39
	B/C 62-85	1.52	He ан.	10.53	-	4.6	8.2	18.05	59.06
	C 85-123	0.81	He ан.	9.26	-	4.3	8.3	16.51	62.23



5	AUa 0-22	3.35	0.244	9.65	27.82	3.7	8.0	19.00	59.02
	A/B 22-49	3.02	0.223	8.75	26.95	3.8	8.3	21.72	60.34
	Bt 49-63	2.95	0.219	10.20	25.33	2.6	8.5	20.95	59.85
	B/C 63-87	1.02	He ан.	8.35	-	2.0	8.2	17.73	57.05
	C 87-119	0.25	He ан.	11.09	-	2.3	8.0	19.83	61.82
6	AUa 0-16	4.62	0.323	7.12	37.40	4.7	6.8	20.36	56.72
	A/B 16-36	4.01	0.285	7.56	37.35	4.9	6.9	22.22	53.80
	Bt 36-54	3.57	0.258	-	36.40	4.6	7.0	20.18	58.84
	B/C 54-81	2.42	0.186	7.68	36.15	4.4	6.8	22.76	60.52
	C 81-112	1.06	0.101	-	35.78	4.3	7.1	21.63	59.73

Таблица 4 – Диагностические параметры светло буро-коричневых почв

Разрез №	Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	CaCO ₃ , %	СПО, мг-экв.	Гиг. влаж. %	pH	Гранулометрический состав, %	
								<0,001 мм	<0,01 мм
7	AUa 0-17	2.08	0.165	11.42	32.02	4.93	8.8	11.56	59.65
	A/B 17-36	1.14	0.106	13.43	30.95	4.75	8.5	19.82	57.73
	Bt 36-59	0.87	0.089	12.52	28.12	4.85	8.9	18.75	60.82
	B/C 59-78	0.63	He ан.	17.25	-	4.24	8.3	20.29	58.61
	C 78-112	0.28	He ан.	9.11	-	4.68	8.4	20.73	61.58
8	AUa 0-18	2.12	0.167	10.65	30.35	4.86	8.7	17.91	56.46
	A/B 18-38	1.96	0.157	10.32	29.30	4.64	8.3	19.53	57.55
	Bt 38-60	1.54	0.131	12.05	27.75	4.35	8.4	17.01	56.37
	B/C 60-83	1.22	He ан.	11.69	-	4.33	8.6	18.55	61.72
	C 83-124	0.73	He ан.	9.03	-	4.57	8.5	19.65	59.95
9	AUa 0-21	1.93	0.158	10.25	28.08	3.68	7.2	23.95	53.80
	A/B 21-33	1.46	0.124	11.72	27.72	3.82	7.5	20.82	57.34
	Bt 33-75	1.22	0.111	8.05	26.93	2.58	7.3	21.05	60.92
	B/C 75-98	1.08	He ан.	9.52	-	2.20	7.1	23.63	66.73
	C 98-128	0.93	He ан.	11.85	-	2.76	7.0	19.24	63.62

Из таблицы 4 становится ясно, что на всех трех разрезах в слое толщиной 0-20 см количество гумуса изменяется в интервале 1,93-2,12 %. Распределение гумуса в почвенных профилях к нижним слоям происходит постепенно. В самых нижних профилях количество гумуса уменьшается и составляет 0,93-0,28 %. Гумус аналогичен гумату и фульват-гумату. Соответственно гумусу, общий азот в слое толщиной 0-20 см составляет 0,158-0,165 %. Соотношение C/N изменяется в пределах 0,6-0,8.

Выводы

Темно буро-коричневые почвы начинают кипеть с поверхности. Но на горизонтах A и A/B карбонатность бывает слабой. На этих почвах способность поглощения составляет около 22-23 мг-экв. Почвенная среда – нейтральная или слабощелочная. По гранулометрическому составу темно буро-коричневые почвы – глиняные и суглинистые.

Буро-коричневые почвы насыщены основаниями и в зависимости от гранулометрического состава, от количества гумуса в верхних слоях этих почв они составляют 25-35 мг-экв. на каждые 100 г. Реакция почвенной среды в верхних слоях нейтральная и слабощелочная, а pH сохраняет нестабильность до нижних слоев.

По гранулометрическому составу эти почвы глиняные и суглинистые. На целине не наблюдается засоление просто буро-коричневых почв. Среднее количество быстрорастворимых солей не повышается выше 0,11-0,16 %.

Светло буро-коричневые почвы насыщены основаниями, как и темно буро-коричневые почвы. В верхних слоях гумус аналогичен гумату, в нижних – гумат-фульвату и фульвату. По гранулометрическому составу эти почвы глиняные и суглинистые. Реакция почвенной среды в верхних слоях слабощелочная и нейтральная.

Во всех трех подтипах почв, распространенных в исследуемой области, гумус и минеральные вещества обеспечены средне, хорошо и относительно слабо. Эти почвы по гранулометрическому составу глиняные, суглинистые, слабощелочные, среднекарбонатные, в некоторых местах обмывающие.

Список литературы

1. Ахмедов, Ш. А. Прикладная экология : монография / Ш. А. Ахмедов, Р. А. Садыгов. – Баку : Сабах, 2019. - 321 с.
2. Бабаев, М. П. Интеграция азербайджанской национальной классификации земель в международную систему : монография / М. П. Бабаев, А. И. Исмаилов, С. М. Гусейнова. – Баку : Наука, 2017.



- 272 с.

3. Национальный Атлас Азербайджанской Республики - Государственный Комитет по Земле и Картографии. Бакинский Картографический Завод. – Баку, 2014. - 444 с.

4. Волобуев, В. Р. Карта пластики рельефа Азербайджанской ССР. (1:200000) / В. Р. Волобуев, Г. Ш. Мамедов. – Баку, 1984.

5. Гасанов, В. Х. Скалистая карта азербайджанских земель (М 1: 500000) // Национальный Атлас Азербайджанской Республики, Государственный Комитет по Земле и Картографии. – Баку, 2014. - 202 с.

6. Гасанов, В. Г. Влияние микрорельефа на свойства пойменно-аллювиальных почв Ганых-Агричайской долины / В. Г. Гасанов, Р. Г. Асланова, Б. Н. Исмаилов // Почвоведение-продовольственной и экологической безопасности страны : Материалы докл VII съезд. общ. почв. им. В.В.Докучаева, часть 2. – Москва-Белгород, 2016. - С. 267-269.

7. Гасанов, В.Г. Морфогенетическая диагностика и номенклатура аллювиально-луговых почв Ганых-Агричайской долины / В. Г. Гасанов, Б. Н. Исмаилов // Вестник Рязанского Государственного агротехнологического университета. - 2016. - № 2 (30). - С. 12-18.

8. Садыхов, Р. А. Влияние "Магистральных ка-

налов" Нового Шамкирчайского водохранилища на почвенно-экологические условия бассейна. Международные научно-исследовательские журналы «Успехи современной науки и образования», «Успехи современной науки» УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ. Входит в ВАК (№862), Agris, РИНЦ №12, Т.11, 2016.

9. Садыхов, Р. А. Краткий обзор почвенно-водных исследований на локальных территориях бассейна нового Шамкирчайского водохранилища (регионы Шамкир и Гейгёль). / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Курганская Государственная Сельскохозяйственная Академия имени Т. С. Мальцева» Вестник Курганской ГСХА Январь - март 2018, № 1 (25) ISSN 2227-4227, С. 51-53

10. Садыхов, Р. А. Характеристический анализ серо-бурых почв относящихся к бассейну Шамкирчайского водохранилища (на территории Шамкирского района). / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Материалы Международной научно-практической конференции (22-23 марта 2018 года, г. Рязань). Часть II. С. 356-361

AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GRAY-BROWN (CHESTNUT) SOILS OF SHAMKIRCHAY WATER RESERVOIR BASIN

Sadigov Ramil, Associate Professor of Department of Petrochemical Technology and Industrial Ecology PhD in agrarian, Azerbaijan Republic, Baku city, Azerbaijan State Oil and Industry University, Ramil_Sadiqov-1983@mail.ru

Azerbaijan is one of the arid and treeless countries. Water resources in our country are the last among the three countries of the South Caucasus. Thus, we have 7 times less water resources than in neighboring Georgia, and 3 times less than in Armenia. 65% of the rivers entering the country are transit, and 35% are local. The north-eastern slope of the Lesser Caucasus was formed as a historical agricultural zone in the country's economy and occupied one of the leading places in agricultural production. However, the recent population explosion, high urbanization, and a decrease in rainfall due to global warming have exacerbated the process of water scarcity in the region and have become one of the most pressing problems today. Based on world experience and achieved scientific and practical achievements, substantial research is being carried out to successfully implement land reform in our country, to ensure efficient use, conservation, ecological, agroecological, bioecological and geoecological features of land and natural resources [1,2,3,4]. The article provides information on scientists who play an important role in the study of the agroecological features of the study area and the characteristics of the soil cover, the methodology, goals and objectives of the study. The article has covered studies in dark, conventional and light gray-brown (semi-brown) semi-soils in three sub-areas of gray-brown (chestnut) soils, mainly distributed in the Shamkirchay reservoir. In each of the three subclasses, profiles are set in specific locations. The practical part has been implemented in 2 stages. During the field studies, 9 profiles have been excavated, relevant samples have been taken, and analysis has been performed to determine the diagnostic performance. The results of the analyzes have been presented in the respective tables and have been analyzed in detail. All analyzes have been carried out on the basis of modern methods [4,5,6,7].

Key words: water reservoir, basin, agroecological assessment, ordinary gray-brown, light gray-brown, dark gray-brown, humus, fertility parameters, granulometric composition, diagnostic indicator, soil profile.

Literatura

1. Ahmedov SH.A., Sadygov R.A. - *Prikladnaya ekologiya. Monografiya. Baku, «Sabah» -2019, 321 str. ISBN-978-9952-453-26-3.*

2. Babaev M.P., Ismajlov A.I., Gusejnova S.M. - *Integraciya azerbajdzhanskoj nacional'noj klassifikacii zemel' v mezhdunarodnuyu sistemu. Monografiya. Baku. Nauka, 2017, 272 r. ISBN: 978-9952-514-33-9.*

3. *Nacional'nyj Atlas Azerbajdzhanskoj Respubliki - Gosudarstvennyj Komitet po Zemle i Kartografii. Bakinskij Kartograficheskij Zavod. Baku. 2014. 444 s. ISBN: 978-9952-493-00-9.*



4. Volobuev V.R., Mamedov G.SH. - Karta plastiki rel'efa Azerbajdzhanskoj SSR. (1:200000), Baku 1984.
5. Gasanov V.H. Skalistaya karta azerbajdzhanskih zemel' (M 1: 500000) // Nacional'nyj Atlas Azerbajdzhanskoj Respubliki, Gosudarstvennyj Komitet po Zemle i Kartografii, Baku-2014, s. 202.
6. Gasanov V.G., Aslanova R.G., Ismailov B.N. - Vliyanie mikrorel'efa na svoystva pojmenno-allyuvial'nyh pochv Ganyh-Agrichajskoj doliny // Pochvovedenie-prodovol'stvennoj i ekologicheskoy bezopasnosti strany. Materialy dokl VII s"ezd. obsh. pochv. im. V.V.Dokuchaeva, chast 2, Moskva-Belgorod, 2016, s. 267-269.
7. Gasanov V.G., Ismailov B.N. Morfogeneticheskaya diagnostika i nomenk-latura allyuvial'no-lugovyh pochv Ganyh-Agrichajskoj doliny // Vestnik Ryazanskogo Gosudarstvennogo Agrotekhnologicheskogo Universiteta, Ryazan', 2016, № 2 (30), s.12-18.
8. Sadyhov R.A. Vliyanie "Magistral'nyh kanalov" Novogo SHamkirchajskogo vodohranilishcha na pochvenno-ekologicheskie usloviya bassejna. Mezhdunarodnye nauchno-issledovatel'skie zhurnaly «Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya», «Uspekhi sovremennoj nauki» USPEKHI SOVREMENNOJ NAUKI. Vhodit v VAK (№862), Agris, RINC №12, T.11, 2016.
9. Sadyhov R.A. Kratkij obzor pochvenno-vodnyh issledovanij na lokal'nyh territoriyah bassejna novogo SHamkirchajskogo vodohranilishcha (regiony SHamkir i Gyojgyol'). // Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii FGBOU VO «Kurganskaya Gosudarstvennaya Sel'skohozyajstvennaya Akademiya imeni T. S. Mal'ceva» Vestnik Kurganskogo GSKHA YAnvar' - mart 2018, № 1 (25) ISSN 2227-4227, str. 51-53
10. Sadyhov R.A. Harakteristicheskij analiz sero-buryh pochv odnosyashchihsya k bassejnu SHamkirchajskogo vodohranilishcha (na territorii SHamkirskogo rajona). // Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe Uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ryazanskij Gosudarstvennyj Agrotekhnologicheskij Universitet Imeni P.A. Kostycheva». Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (22-23 marta 2018 goda, g. Ryazan'). CHast' II. Str. 356-361



УДК 619:618.11

DOI 10.36508/RSATU.2020.45.79.009

К ПРОБЛЕМЕ ПРОФИЛАКТИКИ ПОСЛЕРОДОВЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ КОРОВ

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

ЛАРИОНОВ Геннадий Анатольевич, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции semenov_v.g@list.ru

ИВАНОВА Татьяна Николаевна, аспирант, ассистент кафедры морфологии, акушерства и терапии, yagushova@yandex.ru
ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

Предложен производству способ профилактики болезней послеродового периода и реализации биоресурсного потенциала репродуктивных качеств черно-пестрого скота за счет усиления неспецифической устойчивости организма стельных коров биопрепаратами серии Prevention. Установлено, что у коров в контрольной группе, где не использовались биопрепараты, время отделения последа составило в среднем $12,6 \pm 1,02$ ч, против $7,2 \pm 0,42$ и $5,8 \pm 0,66$ ч в 1-й и 2-й опытных группах, что оказалось ниже на 5,4 и 6,8 ч соответственно. Субинволюция матки в послеродовом периоде была выявлена у трех коров в контрольной группе. Эта патология также была выявлена у одной коровы в 1-й опытной группе, а во 2-й опытной – не наблюдалась. Первая половая охота у коров в 1-й опытной группе наступала раньше на 8,6 сут, а во 2-й опытной – на 14,4 сут, чем в контроле. Индекс оплодотворения коров 1-й и 2-й опытных групп снизился в 1,4 и 1,8 раза соответственно, в сравнении с контрольной группой. Сервис-период по сравнению с контрольной группой коров в 1-й опытной группе сократился на 24,6 сут, а во 2-й опытной – на 31,4 сут. Нужно отметить, что оплодотворяемость коров в первую половую охоту в контрольной группе составила 20 %, в 1-й опытной – 40 % и во 2-й опытной – 60 %. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что применение биопрепаратов в разные сроки в 1-й и 2-й опытных группах снижало возникновение акушерско-гинекологических заболеваний в послеродовом периоде, а также повышало воспроизводительные качества коров. При этом лучший эффект получен во 2-й опытной группе, где был применен препарат серии Prevention.

Ключевые слова: коровы, стельность, биопрепараты, неспецифическая резистентность, воспроизводительные качества.



Введение

В поддержании оптимального уровня молочного животноводства фундаментальное значение имеет правильная организация воспроизводства стада. Она включает в себя комплекс организационных и зооветеринарных мероприятий, куда входят выращивание племенного молодняка, содержание и эксплуатация коров с соблюдением гигиенических норм и правил, составление сбалансированных рационов кормления, введение в стадо ремонтного молодняка, организация искусственного осеменения, квалифицированная работа зооветеринарных специалистов и др. [3, 4, 8].

Воспроизводительные качества и продуктивность коров представляют собой главное звено в скотоводстве. Однако эти качества у коров реализуются недостаточно, и перед скотоводством встает задача их повышения. По данным ряда исследователей, в целом по стране выход телят от 100 коров находится в пределах от 70 до 80 голов, а сервис-период достигает 100-140 дней. Существенное влияние на количество получаемого приплода оказывают аборт и мертворождения – 2-7 %. Продолжительность эксплуатации коров достигает отметки 3-4-х лактаций. Причинами данных проблем могут послужить: неполноценное кормление животных в зависимости от физиологического их состояния по питательным веществам, витаминам и минералам; некачественное ветеринарное обслуживание и нарушение гигиенических условий содержания; неграмотная эксплуатация животных; ошибки в организации искусственного осеменения и технологии выращивания ремонтного стада и множество других [1, 2, 5].

Главный путь повышения производства молока – увеличение поголовья коров и повышение их продуктивности [6]. Для планомерного обеспечения рынка продуктами животного происхождения возникает необходимость интенсификации воспроизводства стада, для этого требуется решить проблемы бесплодия, улучшить воспроизводство маточного поголовья и повысить сохранность телят.

Воспроизводительная функция коров находится в прямой зависимости от течения родов и послеродового периода, что подчеркивается в работах последних лет многих ученых [4, 6, 9-11].

Высокие продуктивные качества коров находятся в обратной зависимости от воспроизводительной функции коров и являются одной из главных причин возникновения яловости. В свою очередь, бесплодие оказывает отрицательное влияние на рентабельность животноводства: у коров снижаются удои, от них недополучают телят. В связи с этим таких животных приходится выбраковывать еще в молодом возрасте, так как лечение, содержание и многократное безрезультатное

осеменение приносят лишь убытки производству [5, 7].

Возникают трудности в повышении поголовья высокопродуктивного скота, так как такой скот более подвержен нарушениям метаболизма и снижению воспроизводительных качеств. В борьбе с данной проблемой следует использовать особые профилактические и лечебные методы, соблюдать определенные ветеринарно-гигиенические условия содержания и эксплуатации, а также нормы кормления животных [7, 12].

Цель настоящей работы – активизация неспецифической резистентности организма стельных коров, профилактика болезней послеродового периода и реализация биоресурсного потенциала воспроизводительных качеств черно-пестрого скота биопрепаратом серии Prevention.

Материал и методы

Методология работы заключается в применении биопрепаратов серии Prevention в группе глубокостельных и новотельных коров в целях предупреждения возникновения послеродовых осложнений и улучшения их воспроизводительных качеств в условиях молочно-товарной фермы ООО «Смак-Агро» Мариинско-Посадского района Чувашской Республики. Обработку материалов произвели в БУ ЧР «Чувашская республиканская ветеринарная лаборатория» Госветслужбы ЧР и в лаборатории клинико-гематологических исследований ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. В научно-хозяйственном опыте были использованы стельные (за 60 суток до отела) и новотельные (3-5 суток после отела) коровы черно-пестрой породы, из которых были сформированы три группы по принципу групп-аналогов с учетом физиологического состояния, продуктивности и живой массы по 10 животных в каждой. Условия содержания и кормления коров всех групп были одинаковыми.

С целью активизации неспецифической резистентности организма стельных коров, профилактики болезней послеродового периода и реализации биоресурсного потенциала воспроизводительных качеств черно-пестрого скота использовали биопрепарат нового поколения, разработанный учеными ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА (В.Г. Семенов и др.). В 1-й опытной группе коровам за 60 суток до предполагаемого отела внутримышечно вводили АСД-Ф2 с элеовитом в соотношении 1:9; во 2-й опытной группе применялся разработанный препарат трехкратно за 45-40, 25-20 и 15-10 суток до отела в дозе 10 мл, в контрольной группе – биопрепараты не применялись.

Результаты экспериментальных исследований

В таблице 1 приведены гигиенические параметры микроклимата в коровнике и родильном отделении.



Таблица 1 – Показатели микроклимата в помещениях для коров

Показатель	Помещение	
	коровник	родильное отделение
Температура воздуха, °С	10,1±0,23	15,2±0,39
Относительная влажность, %	70,5±1,14	68,0±0,76
Скорость движения воздуха, м/с	0,31±0,08	0,28±0,08
Световой коэффициент	1:14	1:13
КЕО, %	0,63±0,04	0,68±0,04
Концентрация загрязнителей в воздушной среде:		
NH ₃ , мг/м ³	13,0±0,60	8,7±0,32
H ₂ S, мг/м ³	7,3±0,26	4,5±0,29
CO ₂ , %	0,2±0,01	0,16±0,01
бактериальная обсемененность, тыс/м ³	44,7±1,56	32,0±1,02
содержание пыли, мг/м ³	4,2±0,25	2,8±0,25

Из данных таблицы видно, что параметры микроклимата в коровнике и родильном отделении в осенне-зимний период соответствовали зоогигиеническим нормам и составили соответственно: температура – 10,1±0,23 и 15,2±0,39 °С, относительная влажность – 70,5±1,14 и 68,0±0,76 %, скорость движения воздуха – 0,31±0,08 и 0,28±0,08 м/с, бактериальная обсемененность – 44,7±1,56 и 32,0±1,02 тыс/м³, содержание аммиака – 13,0±0,60 и 8,7±0,32 мг/м³, сероводорода – 7,3±0,26 и 4,5±0,29 мг/м³, углекислого газа – 0,20±0,01 и 0,16±0,01 %, угарного газа – не обнаружено, пыли – 4,2±0,25 и 2,8±0,25 мг/м³.

Световой коэффициент в коровнике и родильном отделении был 1:14 и 1:13, а коэффициент естественной освещенности 0,63±0,04 и 0,68±0,04 % соответственно.

Параметры исследования физиологического состояния животных представлены в таблице 2. Из данной таблицы следует, что внутримышечное введение коровам 1-й опытной группы АСД-Ф2 с элеовитом в соотношении 1:9 за 60 сут до предполагаемого отела, 2-й опытной группы – биопрепарата серии Prevention в дозе 10 мл за 45-40 сут, 25-20 и 15-10 сут до отела, не оказало влияния на параметры физиологического состояния животных. Показатели оказались в пределах норм и

разница в сравнении с контрольной группой оказалась незначительной (P>0,05).

Температура тела опытных коров соответствовала физиологическим нормам: в контрольной группе – 38,0±0,10-38,2±0,08 °С, в 1-й опытной группе – 38,0±0,10-38,2±0,11 и во 2-й опытной группе – 38,1±0,12-38,3±0,02 °С.

Частота пульса у коров за 10-15 суток до отела повысилась в контрольной группе с 76±1,20 до 77±1,82 колеб/мин, в 1-й опытной – с 75±1,78 до 76±1,12 и во 2-й опытной группе – с 76±0,93 до 77±0,65 колеб/мин. После отела на 3-5 сутки наблюдалось некоторое понижение частоты пульса у животных контрольной группы до 76±1,03 колеб/мин и 2-й опытной группы до 76±0,72 колеб/мин (P>0,05), а у коров 1-й опытной группы не изменилась – 76±1,82 колеб/мин.

Показатели частоты дыхательных движений у коров в контрольной группе составили 21±0,62-22±0,55 дв/мин, в 1-й опытной – 21±0,68-22±0,58 дв/мин и во 2-й опытной группе – 21±1,20-22±0,72 дв/мин (P>0,05).

Данные показатели (табл. 2) говорят о том, что применение биопрепаратов в опытных группах не оказало влияния на физиологическое состояние животных.

Таблица 2 – Физиологические показатели коров

Группа животных	Сроки наблюдения, сут		Температура тела, °С	Пульс, колеб/мин	Дыхание, дв/мин
	до отела	после отела			
Контрольная	35 – 30	3 – 5	38,1±0,14	76±1,20	21±0,62
	15 – 10		38,1±0,10	77±0,82	22±0,55
	10 – 5		38,0±0,10	77±0,93	22±0,28
			38,2±0,08	76±1,03	22±0,32
1 опытная*	35 – 30	3 – 5	38,1±0,20	75±1,78	21±0,68
	15 – 10		38,0±0,10	76±1,12	22±0,51
	10 – 5		38,2±0,09	76±0,93	22±0,26
			38,2±0,11	76±1,82	22±0,58
2 опытная**	35 – 30	3 – 5	38,3±0,02	76±0,93	21±1,20
	15 – 10		38,1±0,12	77±0,65	22±0,72
	10 – 5		38,2±0,09	77±0,26	22±0,03
			38,1±0,93	76±0,72	22±0,24

* – сроки инъекции АСД-Ф2 с элеовитом в соотношении 1:9 за 60 сут до отела;

** – сроки инъекции биопрепарата серии Prevention: за 45-40 сут, 25-20 и 15-10 сут до отела



Данные по заболеваемости коров после отела акушерско-гинекологическими заболеваниями, а также их воспроизводительные качества представлены в таблице 3.

Из данных таблицы видно, что сроки отделения последа в 1-й и 2-й опытных группах составили $7,2 \pm 0,42$ и $5,8 \pm 0,66$ ч. Это ниже по сравнению с контрольной группой ($12,6 \pm 1,02$ ч) на 5,4 и 6,8 ч соответственно. В контрольной группе у четырех коров зарегистрировано также задержание последа, в опытных группах данная патология не выявлена.

В контрольной группе у 3 коров зафиксирована субинволюция матки с обильным истечением лохий. Данное заболевание наблюдалось также у одной коровы в 1-й опытной группе, а во 2-й опытной группе – не отмечено.

В связи с сопутствующими заболеваниями послеродового периода у двух коров контрольной группы и у одной коровы в 1-й опытной группе раз-

вился послеродовой острый катаральный эндометрит. Во 2-й опытной группе данное заболевание не зарегистрировано.

Воспаление молочных желез – мастит – выявлен у двух коров контрольной группы, в опытных группах мастит не обнаружен.

Сроки наступления первой половой охоты у коров в 1-й опытной группе ($34,6 \pm 0,93$ сут) были раньше на 8,6 сут ($P < 0,05$), а во 2-й опытной ($28,8 \pm 0,56$ сут) – на 14,4 сут ($P < 0,05$), чем в контроле ($43,2 \pm 1,64$ сут).

Индекс осеменения коров 1-й и 2-й опытных групп ($1,8 \pm 0,24$ и $1,4 \pm 0,36$) оказался ниже в 1,4 ($P < 0,05$) и 1,8 ($P < 0,01$) раза соответственно в сравнении с контрольной группой ($2,6 \pm 0,26$).

Время от отела до плодотворного осеменения у коров 1-й опытной группы ($64,6 \pm 1,62$ сут) было короче на 24,6 сут ($P < 0,01$), а у 2-й опытной ($57,8 \pm 1,50$ сут) – на 31,4 сут ($P < 0,01$), чем в контроле ($89,2 \pm 3,02$ сут).

Таблица 3 – Заболеваемость и воспроизводительные качества коров

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество животных	10	10	10
Сроки отделения последа, ч	$12,6 \pm 1,02$	$7,2 \pm 0,42^*$	$5,8 \pm 0,66^*$
Задержание последа	4	-	-
Субинволюция матки	3	1	-
Эндометриты	2	1	-
Мастит	2	-	-
Сроки наступления первой охоты, сут	$43,2 \pm 1,64$	$34,6 \pm 0,93^*$	$28,8 \pm 0,56^*$
Индекс осеменения	$2,6 \pm 0,26$	$1,8 \pm 0,24^*$	$1,4 \pm 0,36^{**}$
Время от отела до оплодотворения (сервис-период), сут	$89,2 \pm 3,02$	$64,6 \pm 1,62^{**}$	$57,8 \pm 1,50^{**}$
Оплодотворилось коров:			
в первую охоту	2	4	6
во вторую охоту	2	3	4
в третью охоту	6	3	-

* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

Нужно отметить, что оплодотворяемость коров в первую половую охоту в контрольной группе составила 20 %, в 1-й опытной – 40 % и во 2-й опытной – 60 %.

Таким образом, внутримышечное введение коровам биопрепаратов в 1-й и 2-й опытных группах способствовало уменьшению риска возникновения послеродовых осложнений и сокращало срока восстановления половых путей коров, что способствовало более раннему и плодотворному их осеменению.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что применение биопрепаратов в разные сроки в 1-й и 2-й опытных группах снижало возникновение акушерско-гинекологических заболеваний в послеродовом периоде, а также повышало воспроизводительные качества коров. При этом лучший эффект получен во 2-й опытной группе, где был применен препарат серии Prevention.

Вывод

Активизация неспецифической резистентности организма стельных коров биопрепаратом серии Prevention позволяет предупредить возникновение болезней послеродового периода, тем самым

улучшая воспроизводительные качества черно-пестрого скота.

Список литературы

1. Баймишев, М. Х. Профилактическая эффективность адаптогенов при патологии послеродового периода у коров / М. Х. Баймишев, В. С. Григорьев // Ветеринария. - 2010. - № 6. - С. 39-42.
2. Герасимова, Н. И. Воспроизводительные и продуктивные качества черно-пестрого скота на фоне иммунокоррекции / Н. И. Герасимова, В. Г. Семенов // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села : мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. - Чебоксары, 2016. - С. 272-276.
3. Воробьев, А. В. Способ лечения и профилактики послеродовых заболеваний у коров / А. В. Воробьев, Ю. В. Лимова, Р. С. Гришин // Труды Кубанского ГАУ. - 2009. - № 1. - Ч. 2. - С. 153-157.
4. Григорьева, Т. Е. Болезни матки и яичника у коров : монография / Т. Е. Григорьева. – Чебоксары : «Новое Время», 2012. - 172 с.
5. Епанчинцева, О. С. Профилактика и терапия



послеродового эндометрита у коров / О. С. Епанчинцева, Е. И. Грибова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2013. - № 1 (30). - С. 11-15.

6. Никитин, Д. А. Эмбриотоксические и тератогенные свойства иммунокорректирующего препарата ПС-6 / Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - 2012. - № 1(7). - С. 83-85.

7. Племяшов, К. В. Репродуктивная функция высокопродуктивных молочных коров при нарушении обмена веществ и ее коррекция / К. В. Племяшов, Д. О. Моисеенко // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - Санкт-Петербург, 2010. - С. 37-40.

8. Семенов, В. Г. Стимуляция адаптивных процессов и биологического потенциала крупного рогатого скота / В.Г. Семенов // Ветеринарная патология. - 2005. - № 1 (12). - С. 87-90.

9. Семенов, В. Г. Улучшение воспроизводительных и продуктивных качеств черно-пестрого скота в обеспечении импортозамещения / В. Г. Семенов, Н. И. Герасимова // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 3.- С. 590.

10. Реализация воспроизводительных и продуктивных качеств крупного рогатого скота / В. Г. Семенов, Н. И. Герасимова, А. В. Волков, А. В. Лопатников // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: мат. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ., посвящ. 80-летию со дня рождения заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного гражданина ЧР А.П. Айдака.- Чебоксары, 2017.- С.314-319.

11. Неспецифическая защита организма коров-матерей и телят в реализации воспроизводительных и продуктивных качеств / В. Г. Семенов, Д. А. Баймуханов, В. Г. Тюрин, Н. . Косяев, Р. М. Мударисов, Д. А. Никитин, К. Ж. Исхан, М. Б. Калмагамбетов, А. А. Тлепов // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. - Т. 3.- № 319.- 2018.- С. 26-38.

12. Столярова, О. А Резервы повышения эффективности молочного скотоводства в Пензенской области / О. А. Столярова // Региональная экономика: теория и практика.- Москва, 2009.- С. 46-49.

TO A PROBLEM OF PREVENTION OF POSTNATAL COMPLICATIONS AND REALIZATION OF REPRODUCTIVE QUALITIES OF COWS

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

Larionov Gennady A. – doctor of biological sciences, professor, professor of the department of biotechnology and processing, semenov_v.g@list.ru

Ivanova Tatyana N. – graduate student, the assistant of the department of morphology, obstetrics and therapy, yagushova@yandex.ru

Chuvash State Agrarian University,

The way of prevention of diseases of a puerperal period and realization of bioresource potential of reproductive qualities of the black and motley cattle due to strengthening of nonspecific stability of an organism of stylish cows is offered by Prevention series biological products to production. It is established that at cows in control group where biological products were not used, time of office of an afterbirth averaged 12.6 ± 1.02 h, against 7.2 ± 0.42 and 5.8 ± 0.66 h in the 1st and 2nd skilled, and were 5.4 lower also than 6.8 h respectively. Uterus subinvolution in a puerperal period was revealed at 3 cows in control group. This pathology was also revealed at 1 cow in the 1st skilled, and in the 2nd skilled – was not observed. The first sexual hunting at cows in the 1st skilled group stepped on 8.6 days earlier, and in the 2nd skilled – on 14.4 days, than in control. The index of fertilization of cows of the 1st and 2nd skilled groups decreased in 1.4 and 1.8 times respectively, in comparison with control group. Service period in comparison with control group of cows in the 1st skilled group was reduced by 24.6 days, and at the 2nd skilled – by 31.4 days. It should be noted that breeding efficiency of cows in 1 sexual hunting in control group made 20%, in the 1st skilled – 40% and in the 2nd skilled – 60%. The analysis of the obtained data, demonstrates that use of biological products in different terms in the 1st and 2nd skilled groups reduced developing of obstetric and gynecologic diseases in a puerperal period and also increased reproductive qualities of cows. At the same time the best effect is gained in the 2nd skilled group where Prevention series drugs were used.

Key words: cows, stylishness, biological products, nonspecific resistance, reproductive qualities.

Literatura

1. Bajmishev, M.H. Profilakticheskaya effektivnost' adaptogenov pri patologii poslerodovogo perioda u korov / M.H. Bajmishev, V.S. Grigor'ev // Veterinariya.- M., 2010.- №6.- S. 39-42.

2. Gerasimova, N.I. Vosproizvoditel'nye i produktivnye kachestva cherno-pestrogo skota na fone immunokorrekcii / N.I. Gerasimova, V.G. Semenov // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i social'noj infrastruktury sela: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA.- CHEboksary, 2016.- S. 272-276.

3. Vorob'ev, A.V. Sposob lecheniya i profilaktiki poslerodovykh zabolevanij u korov / A.V. Vorob'ev, YU.V. Limova, R.S. Grishin // Trudy Kubanskogo GAU.- Krasnodar, 2009.- №1.- CH. 2.- S. 153-157.



4. Grigor'eva, T.E. *Bolezni matki i yaichnika u korov / T.E. Grigor'eva // Monografiya.- CHeboksary: «Novoe Vremya», 2012.- 172 s.*
5. Epanchinceva, O.S. *Profilaktika i terapiya poslerodovogo endometrita u korov / O.S. Epanchinceva, E.I. Gribkova // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova.- Ulan-Ude, 2013.- №1 (30).- S. 11-15.*
6. Nikitin, D.A. *Embriotoksicheskie i teratogennye svojstva immunokorrektiruyushchego preparata PS-6 / D.A. Nikitin, V.G. Semenov // Rossijskij zhurnal «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigeny i ekologii».- M., 2012.- № 1(7).- S.83-85.*
7. Plemyashov, K.V. *Reproduktivnaya funkciya vysokoproduktivnyh molochnyh korov pri narushenii obmena veshchestv i ee korrekciya / K.V. Plemyashov, D.O. Moiseenko // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii.- Sankt-Peterburg, 2010.- S.37-40.*
8. Semenov, V.G. *Stimulyaciya adaptivnyh processov i biologicheskogo potenciala krupnogo rogatogo skota / V.G. Semenov // Veterinarnaya patologiya.- M., 2005.- № 1 (12).- S.87-90.*
9. Semenov, V.G. *Uluchshenie vosproizvoditel'nyh i produktivnyh kachestv cherno-pestrogo skota v obespechenii importozameshcheniya / V.G. Semenov, N.I. Gerasimova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.- M., 2015.- № 3.- S. 590.*
10. Semenov, V.G. *Realizaciya vosproizvoditel'nyh i produktivnyh kachestv krupnogo rogatogo skota / V.G. Semenov, N.I. Gerasimova, A.V. Volkov, A.V. Lopatnikov // Racional'noe prirodoopol'zovanie i social'no-ekonomicheskoe razvitie sel'skih territorij kak osnova effektivnogo funkcionirovaniya APK regiona: mat. vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchast., posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhdeniya zaslužennogo rabotnika sel'skogo hozyajstva RF, pochetnogo grazhdanina CHR A.P. Ajdaka.- CHeboksary, 2017.- S.314-319.*
11. Semenov, V.G. *Nespecificheskaya zashchita organizma korov-materej i telyat v realizacii vosproizvoditel'nyh i produktivnyh kachestv / V.G. Semenov, D.A. Bajmukanov, V.G. Tyurin, N.I. Kosyaev, R.M. Mudarisov, D.A. Nikitin, K.ZH. Iskhan, M.B. Kalmagambetov, A.A. Tlepov // Doklady Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan.- T. 3.- № 319.- 2018.- S. 26-38.*
12. Stolyarova, O.A. *Rezervy povysheniya effektivnosti molochnogo skotovodstva v Penzenskoj oblasti / O.A. Stolyarova // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika.- Moskva, 2009.- S. 46-49.*



УДК 633.2.039

DOI 10.36508/RSATU.2020.95.41.010

ОСОБЕННОСТИ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВСТОЯ ПАСТБИЩ КЕРБУЛАКСКОГО РАЙОНА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ТЕМРЕШЕВ Избасар Исатаевич, канд. биол. наук, вед. научный сотрудник ТОО «Учебный научно-производственный центр Байсерке-Агро», Алматинская область, Республика Казахстан, temreshev76@mail.ru

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

ТУРСЫНКУЛОВ Асхат Муратович, магистр с.-х. наук, мл. научный сотрудник, askhat_t-26@mail.ru

ЕСЖАНОВ Айдын Бауржанович, PhD, вед. научный сотрудник, aidyn.eszhanov@gmail.com

БЕКЕНОВ Даурен Маратович, научный сотрудник, директор, makezhanov81@mail.ru

ЧИНДАЛИЕВ Асхат Ербосынович – научный сотрудник, achindaliyev@rambler.ru

ТОО «Учебный научно-производственный центр Байсерке-Агро», Алматинская область, Республика Казахстан

Нашей работой предусматривалось изучение особенностей ботанического состава травостоя пастбищ Кербулакского района Алматинской области. Исследования проведены по программе целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2018-2020 гг. «Создание «модельных» ферм по разведению крупного рогатого скота мясного направления продуктивности в различных регионах Казахстана». Всего для данной территории приводится 52 вида растений из 12 семейств, по числу видов преобладают злаковые, сложноцветные и бобовые. Из них к кормовым относятся 30, к сорным и несъедобным 22 вида. Многолетней кормовой культурой для сеяного сенокоса ранее был выбран житняк (*Agropyron rectiniforme* Roem. et Schl.) сорта «Карабалыкский-202», которым было засеяно два больших участка. Он включен в список сильных сортов и выделяется слабой восприимчивостью к пыльной головне; выше среднего, но слабее стандартов

© Темрешев И. И., Семенов В. Г., Турсынкулов А. М., Есжанов А. Б., Бекенов Д. М., Чиндалиев А. Е., 2020 г.



поражается бурой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом; значительно восприимчив к поражению стеблевой ржавчиной и повреждению шведской мухой. В целом, на основе проведенных геоботанических обследований проектных пастбищных угодий выявлено 4 самостоятельных участка, отличающихся между собой растительным покровом: I – полынно-эфемеровый, II – полынно-ковыльно-мятликовый, III – полынно-злаковый, IV – ковыльно-полынно-эбелековый. Из них наиболее продуктивным травостоем оказался полынно-злаковый тип пастбищ, который на 16-33 % превышал травостой прочих типов пастбищ. Средняя урожайность по всем типам пастбищ за весенний период составила 11,5 ц/га. Исследования по динамике ботанического состава травостоя нами продолжаются и в настоящее время.

Ключевые слова: юго-восток Казахстана, пастбища, ботанический состав, травостой.

Введение

Ботанический состав травостоя – важный показатель качества пастбищного корма. Наличие в его составе ценных в пищевом отношении злаковых, бобовых и некоторых сложноцветных растений позволяет обеспечить скот необходимым ему комплексом полисахаридов и белков [1-9].

При этом сам процесс выпаса скота достаточно сильно влияет на видовой состав и структуру пастбищной растительности. В силу этого необходимо постоянное изучение указанных показателей травостоя на пастбищах. В особенности это касается степных и полупустынных районов юго-востока Казахстана, которые сильно подвержены деградации вследствие перевыпаса и нуждаются в периодическом улучшении [10-12].

Одним из таких мест является Кербулакский район Алматинской области, являющийся местом ведения интенсивного животноводства. В данной местности разводится и выпасается домашний скот самых разных видов – овцы, коровы, лошади и верблюды. Снабжение его достаточным кормовым ресурсом в виде пастбищной растительности и обусловила актуальность настоящей работы.

Исследования проведены по программе целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2018-2020 гг. «Создание «модельных» ферм по разведению крупного рогатого скота мясного направления продуктивности в различных регионах Казахстана».

Цель настоящей работы – изучить особенности ботанического состава травостоя пастбищ Кербулакского района Алматинской области.

Материалы и методы

Научно-исследовательская работа по изучению ботанического состава травостоя проведена нами в 2020 г. во время мониторинга пастбищ и посевов житняка в рамках выполнения проекта «Создание «модельных» ферм по разведению крупного рогатого скота мясного направления продуктивности» на базе ТОО «Байсерке-Агро» Кербулакского района Алматинской области (рис. 1). Для учета видового состава применялись классические методы, описанные в литературных источниках, визуальное наблюдение, ручной сбор, фотографирование и др. Определение растений по видам и выяснение их биологии и хозяйственного значения проводилось с помощью определителей и сводок из списка литературы [10, 13-18].

Результаты

В результате изучения ботанического состава пастбищной растительности Кербулакского района Алматинской области выявлены основные

виды пастбищной растительности: серая, или белоземельная полынь (*Artemisia terrae-albae* Krasch., 1930), туранская полынь (*A. turanica* L., 1753), сублессингова полынь (*A. sublessingiana*), боялыч (*Salsola laricifolia*), кокпек (*Atriplex cana* C.A. Mey., 1829), кейпейк (*Salsola rigida*, S. *laricina*), мятлик полевой (*Poa pratensis*), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.), эбелек, или рогач песчаный (*Ceratocarpus arenarius* L., 1753), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.), ковыль блестящий (*Stipa splendens*), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L. 1933), костер (*Bromus* L. 1753), клевер луговой (*Trifolium pratense* L., 1753), клевер белый (*Trifolium repens* L., 1753), пажитник дугобразный (*Trigonella areolata*), осока толстостолбиковая (*Carex pachystylis* J.Gay 1838), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., 1825), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss., 1761), овсяница бороздчатая, или типчак (*Festuca sulcata* Schlecht. ex Gaudin), изень (*Bassias coparia*), портулак огородный (*Portula caoleracea* L. 1753), козлобородник луговой (*Tragopogon pratensis* L. 1753), лопух войлочный (*Arctium tomentosum* Mill., 1768), тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud.), подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L., 1753), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), лебеда татарская (*Atriplex tatarica* L., 1753), кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin, 1933).



Рис. 1 – Изучение пастбищной растительности

Из сорных и несъедобных для крупного рогатого скота растений выявлены зверобой обыкновенный (*Hypericum perforatum*), биюргун (*Anabasis salsa* (C.A.Mey.) Benth. ex Volkens (1893), сарсазан (*Halocnemum strobilaceum* M.Bieb., 1819), тасбиюргун (*Nanophyton erinaceum*), чертополох понижающийся (*Carduus nutans* L., 1753), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop., 1772), синеголовник плосколистный, или плоский (*Eryngium planum* L.), софора лисохвостая (*Sophora alopecuroides* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), додарция восточная (*Dodartia orientalis* L. 1753), василек колючий (*Centaurea spinosa* L. in Roug S, 2010), молокан татарский (*Lactuca tatarica* L. C.A. Mey., 1831), парнолистник перистый, или ширококрылый (*Zygophyllum pinnatum* Cham.), цельнолистник широколистный (*Haplophyllum latifolium* Kar. & Kir.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea mille folium* L., 1753), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L. 1753), алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L. 1753), коровяк высокий (*Verbascum densiflorum* Bertol.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd., 1809), дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L., 1753). Некоторые из них приведены на рисунках 2-9.



Рис. 2 – Эбелек, или рогач песчаный (*Ceratocarpus arenarius* L., 1753)



Рис. 3 – Заросли софоры лисохвостой (*Sophora alopecuroides* L.)



Рис. 4 – Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.)



Рис. 5 – Заросли серой, или белоземельной полыни (*Artemisia terrae-albae*)



Рис. 6 – Кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* L.E. Rodin, 1933)



Рис. 7 – Портулак огородный (*Portulaca oleracea* L. 1753)

Кроме того, многолетней кормовой культурой для сеяного сенокоса ранее был выбран житняк



(*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schl.) сорта «Карабалыкский-202» (рис. 8), которым было засеяно два больших участка. Он включен в список сильных сортов и выделяется слабой восприимчивостью к пыльной головне; выше среднего, но слабее стандартов поражается бурой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом; значительно восприимчив к поражению стеблевой ржавчиной и повреждению шведской мухой. Также был проведен подсев растения-сидерата фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth., 1834) (рис. 9), которая может служить в качестве питательной кормовой добавки для скота, а также привлекает полезных насекомых-энтомофагов, уничтожающих вредителей пастбищной растительности. Ранее и повторно проводившийся фитосанитарный мониторинг показал их наличие, в частности, среди представителей отряда жесткокрылых, или жуков.



Рис. 8 – Житняк *Agropyron pectiniforme* Roem. et Schl.



Рис. 9 – Посадка фацелии пижмолистной

Таблица 1 – Высота травостоя на пастбищном участке в весенний период

Участки	Тип пастбищ	Высота растений, см					
		полынь	ковыль	эбелек	мятлик	кейреук	осочка
I	полынно-эфемеровый	20,2	-	5,2	21,1	28,8	-
II	полынно-ковыльно-мятликовый	19,7	46,4	-	22,1	-	-
III	полынно-злаковый	23,2	-	6,5	23,3	-	8,4
IV	ковыльно-полынно-эбелековый	22,1	45,2	6,5	-	29,1	-

Phacelia tanacetifolia Benth., 1834.

Как видно из полученных результатов, наибольшим разнообразием отличается семейство Сложноцветные, включающее 22 % (12 видов) от общего состава травостоя. За ним следуют семейства Злаковые и Амарантовые, по 18,52 % (10 видов) каждое. На третьем месте по разнообразию видов семейство Бобовых – 11, 11 % (6 видов). Семейство Зонтичные включает всего 5,56 % (3 вида), а Бурачниковые – 3,7 % (2 вида), причем один вид – фацелия является интродуцентом. Все остальные семейства включают по 1,85 % (1 вид) каждое. Таким образом, следует заключить, что наибольшее значение как по числу видов, так и в хозяйственном отношении (либо как кормовые, либо как сорняки) имеют растения из семейств Сложноцветные, Злаковые и Амарантовые. Вместе с тем следует отметить, что семейство Осоковые, включающее только 1 вид, играет большую роль в образовании растительного покрова на некоторых участках.

На основе проведенных геоботанических исследований проектных пастбищных угодий было выявлено 4 самостоятельных участка, отличающихся между собой растительным покровом:

I – полынно-эфемеровый, II – полынно-ковыльно-мятликовый, III – полынно-злаковый, IV – ковыльно-полынно-эбелековый. Средняя урожайность по всем типам пастбищ за весенний период составила 11,5 ц/га. В будущем необходимо проведение дальнейших исследований по динамике ботанического состава травостоя.

Следует отметить, что в отчетном году из-за теплой и влажной весны с обильными осадками высота растений естественных травостоев на пастбищах в среднем была выше по сравнению с предыдущим годом, содержание полыни на участках составило от 35 % до 50 %. Дополнительно установлена высота пастбищных растений. Весенняя высота пастбищных растений, создающих растительные контуры, составляла в текущем году в среднем: полынно-эфемеровый – 18,8 см; полынно-ковыльно-мятликовый – 29,4 см; полынно-злаковый – 15,3 см; ковыльно-полынно-эбелековый – 25,7 см (табл. 1).

Было выявлено, что на участке I урожайность пастбищной массы в летний период превышает таковую в весенний на 2,9 и 1,7 раза, на участке II на 3,8 и 1,4 раза, на участке III на 4,98 и 2,4 раза и на участке IV на 3,52 и 1,5 раза. Полынно-злаковый тип пастбищ является наиболее продуктивным, поскольку он на 18-35 % превышает травостой других типов пастбищ. Средняя урожайность по всем типам пастбищ за весенне-летне-осенний периоды составляет 11,7 ц /га (табл. 2).



Таблица 2 – Урожайность пастбищ по сезонам года на отгонном участке Кербулак

Участки	Тип пастбищ	Урожайность, ц/га	
		весна	лето
II	полынно-ковыльно-мятликовый	5,7	15,9
III	полынно-злаковый	4,9	18,2
IV	ковыльно-полынно-эбелековый	4,7	21,2
В среднем		5,5	17,7

Заклучение

Таким образом, на основе проведенных геоботанических обследований проектных пастбищных угодий выявлено 4 самостоятельных участка, отличающихся между собой растительным покровом: I – полынно-эфемеровый, II – полынно-ковыльно-мятликовый, III – полынно-злаковый, IV – ковыльно-полынно-эбелековый. Из них наиболее продуктивным травостоем оказался полынно-злаковый тип пастбищ, который на 16-33 % превышал травостой прочих типов пастбищ. Средняя урожайность по всем типам пастбищ за весенний период составила 11,5 ц/га. Нами предусмотрено проведение дальнейших исследований по динамике ботанического состава травостоя.

Список литературы

1. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Папоротники, Голосеменные, Злаки и др.- Т. 1.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1956.- 354 с.
2. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Осоковые, Орхидные и др.- Т. 2.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1958.- 290 с.
3. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Ивовые-Гвоздичные.- Т.3.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1960.- 460 с.
4. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Нимфейные-Розоцветные.- Т.4.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1961.- 548 с.
5. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Бобовые.- Т.5.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1961.- 516 с.
6. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Молочайные, Зонтичные и др.- Т.6.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1963.- 466 с.
7. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Руголаеae-Labiatae.- Т. 7.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1964.- 497 с.
8. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Solanaceae-Compositae.- Т. 8.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1965.- 450 с.
9. Павлов Н.В. Флора Казахстана / Н.В. Павлов // Compositae.- Т. 9.- Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1966.- 654 с.
10. Karynbayev A.K. Environmental monitoring of pastures and determination of carrying capacity under the influence of anthropogenic factors / A.K. Karynbayev, D.A. Baimukanov, D.M. Bekenov, Yu.A. Yuldashbayev, A.E. Chindaliyev // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan series geology and technical sciences.-

2019.- Volume 6.- Number 438.- P. 104-111.

11. Karynbayev A.K. Environmental monitoring and crop yield of natural pastures of the southeast of Kazakhstan / A.K. Karynbayev, D.A. Baimukanov, D.M. Bekenov, Yu.A. Yuldashbayev, A.E. Chindaliyev // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.- 2020.- Volume 2.- Number 384.- 91-98.

12. Карынбаев А.К. Экологический мониторинг кормов пастбищ южной части пустыни Кызылкум / А.К. Карынбаев, Ю.А. Юлдашбаев, Д.А. Баймуханов // Аграрная наука.- М., 2020.- № 336 (3).- С. 56-59.

13. Курочкина Л.Я. Комплексная характеристика пастбищ пустынной зоны Казахстана / Л.Я. Курочкина, В.В. Вухрер, Л.В. Шабанова и др. // Монография.- Алма-Ата: Наука, 1990.- 230 с.

14. Bekezhanova M.M. The analysis of quality of seeds of plant-siderate lacy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth., 1834) «Bayserke-Agro» LLP with the help of phytoexpertise / M.M. Bekezhanova, N.Zh. Sultanova, A.A. Dzhaymurzina, I.I. Temreshev, G.E. Kozhabaeva, O. Zhumakhanuly, A.M. Tursynkulov, A.O. Sagitov // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Series of Agricultural Sciences.- 2019.- Vol. 3.- № 51.- P. 80-88.

15. Temreshev I.I. On species composition of Insecta Coleoptera of feed crop fields in the Kerbulak branch of Bayserke-Agro LLP / I.I. Temreshev, A.M. Makezhanov, A.M. Tursynkulov, A.B. Yeszhanov // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Series of Agricultural Sciences.- 2019.- Vol. 5.- № 53.- P. 113-125.

16. Инструкция и методика проведения ботанико-кормового обследования сенокосных и пастбищных угодий на территории Казахской ССР.- Утв. 30.06.1969 г. Министерством сельского хозяйства Казахской ССР.- Главное управление землепользования, землеустройства, полезащитного лесоразведения и охраны почв.- Алма-Ата, 1969.- 108 с.

17. Терихов В.И. Методика работ на сенокосах и пастбищах / В.И. Терихов, К.К. Моргайлин и др. // Методическое пособие.- М., 1982.- 45 с.

18. Раменский Л.Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижилов, Н.А. Антипин // Методическое пособие.- М.: Сельхозгиз, 1956.- 472 с.



FEATURES OF BOTANICAL COMPOSITION OF GRASS PASTURE OF KERBULAK DISTRICT OF ALMATY REGION

Temreshev Izbasar I., candidate of biological sciences, leading researcher of "Baiserke-agro Training and production center" LLP, Almaty region, Republic of Kazakhstan, e-mail: temreshev76@mail.ru

Semenov Vladimir G., doctor of biological science, professor, head of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: semenov_v.g@list.ru, ph. +7-927-851-92-11;

Tursynkulov Askhat M., master of agricultural sciences, junior researcher, askhat_t-26@mail.ru;

Eszhanov Aydin B., PhD, leading researcher, aidyn.eszhanov@gmail.com

Bekenov Dauren M., scientific researcher, Director makezhanov81@mail.ru

Chindaliyev Askhat E., – scientific researcher, achindaliyev@rambler.ru

"Baiserke-agro Training and production center" LLP, Almaty region, Republic of Kazakhstan

The work provided for the study of the features of the botanical composition of the grass pastures of the Kerbulak district of Almaty region. The research was carried out under the program of targeted financing of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2018-2020. "Creation of" model "farms for raising cattle of the meat productivity direction in various regions of Kazakhstan." In total, 52 plant species from 12 families are listed for this territory, cereal, complex-colored and legumes predominate in the number of species. Of these, 30 are fodder, 22 species are weed and inedible. A perennial fodder crop for seeded hayfields was previously chosen (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schl.) of the class "Karabalyksky-202," which sown two large areas. It is included in the list of strong varieties and is distinguished by a weak susceptibility to dusty head; above average, but weaker than standards, is affected by brown rust, powdery mildew and septorios; significantly susceptible to damage by stem rust and damage by a Swedish fly. In general, on the basis of geobotanical surveys of design grazing lands, 4 independent sites were identified, differing among themselves in plant cover: I - wormwood-ephemeral, II - wormwood-feather-mint, III - wormwood-cereal, IV - feather-wormwood-ebelec. Of these, the most productive herb was the wormwood-cereal type of pasture, which was 16-33% higher than the grass of other types of pasture. The average yield for all types of pastures in the spring period was 11.5 c/ha. Research on the dynamics of the botanical composition of the herb by us continues at present.

Key words: South-East of Kazakhstan, pastures, botanical composition, herbage.

Literatura

1. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Paporotniki, Golosemennye, Zlaki i dr.- T. 1.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1956.- 354 s.
2. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Osokovye, Orhidnye i dr.- T. 2.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1958.- 290 s.
3. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Iovye-Gvozdichnye.- T.3.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1960.- 460 s.
4. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Nimfejnye-Rozocvetnye.- T.4.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1961.- 548 s.
5. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Bobovye.- T.5.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1961.- 516 s.
6. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Molochajnye, Zontichnye i dr.- T.6.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1963.- 466 s.
7. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Pyrolaceae-Labiatae.- T. 7.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1964.- 497 s.
8. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Solanaceae-Compositae.- T. 8.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1965.- 450 s.
9. Pavlov N.V. Flora Kazahstana / N.V. Pavlov // Compositae.- T. 9.- Alma-Ata: Akademiya nauk Kazahskoj SSR, 1966.- 654 s.
10. Karynbayev A.K. Environmental monitoring of pastures and determination of carrying capacity under the influence of anthropogenic factors / A.K. Karynbayev, D.A. Baimukanov, D.M. Bekenov, Yu.A. Yuldashbayev, A.E. Chindaliyev // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan series geology and technical sciences.- 2019.- Volume 6.- Number 438.- P. 104-111.
11. Karynbayev A.K. Environmental monitoring and crop yield of natural pastures of the southeast of Kazakhstan / A.K. Karynbayev, D.A. Baimukanov, D.M. Bekenov, Yu.A. Yuldashbayev, A.E. Chindaliyev // Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.- 2020.- Volume 2.- Number 384.- 91-98.
12. Karynbaev A.K. Ekologicheskij monitoring kormov pastbishch yuzhnoj chasti pustyni Kyzylkum / A.K. Karynbaev, YU.A. YUldashbaev, D.A. Bajmukanov // Agrarnaya nauka.- M., 2020.- № 336 (3).- S. 56-59.
13. Kurochkina L.YA. Kompleksnaya harakteristika pastbishch pustynnoj zony Kazahstana / L.YA. Kurochkina, V.V. Vuhner, L.V. SHabanova i dr. // Monografiya.- Alma-Ata: Nauka, 1990.- 230 s.
14. Bekezhanova M.M. The analysis of quality of seeds of plant-siderate lacy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth., 1834) «Bayserke-Agro» LLP with the help of phytoexpertise / M.M. Bekezhanova, N.Zh.



Sultanova, A.A. Dzhaymurzina, I.I. Temreshev, G.E. Kozhabaeva, O. Zhumakhanuly, A.M. Tursynkulov, A.O. Sagitov // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Series of Agricultural Sciences.- 2019.- Vol. 3.- № 51.- P. 80-88.*

15. Temreshev I.I. On species composition of InsectaColeoptera of feed crop fields in the Kerbulak branch of Bayserke-Agro LLP / I.I. Temreshev, A.M. Makezhanov, A.M. Tursynkulov, A.B. Yeszhanov // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Series of Agricultural Sciences.- 2019.- Vol. 5.- № 53.- P. 113-125.*

16. Instrukciya i metodika provedeniya botaniko-kormovogo obsledovaniya senokosnyh i pastbishchnyh ugodij na territorii Kazahskoj SSR.- Utv. 30.06.1969 g. Ministerstvom sel'skogo hozyajstva Kazahskoj SSR.- Glavnoe upravlenie zemlepol'zovaniya, zemleustrojstva, polezashchitnogo lesorazvedeniya i ohrany pochv.- Alma-Ata, 1969.- 108 s.

17. Terihov V.I. Metodika rabot na senokosah i pastbishchah / V.I. Terihov, K.K. Morgajlin i dr. // *Metodicheskoe posobie.- M., 1982.- 45 s.*

18. Ramenskij L.G. Ekologicheskaya ocenka kormovyh ugodij po rastitel'nomu pokrovu / L.G. Ramenskij, I.A. Cacenkin, O.N. Chizhikov, N.A. Antipin // *Metodicheskoe posobie.- M.: Sel'hozgid, 1956.- 472 s.*



УДК 636.2:636.082

DOI 10.36508/RSATU.2020.63.32.011

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БАРАНЧИКОВ КАРАЧАЕВСКОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ МЕСЯЦЕВ РОЖДЕНИЯ

УЛИМБАШЕВА Раина Алексеевна, канд. с.-х. наук, ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ, ulimbashewa1976@mail.ru

Цель работы – изучить мясные качества баранчиков карачаевской породы в зависимости от сроков рождения. Объектом исследований являлись баранчики карачаевской породы, принадлежащие племенному репродуктору по разведению овец карачаевской породы ООО «Дарган», расположенный в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики. Из числа ранее выращенных баранчиков сформировали три группы животных разных сроков (месяцев) рождения: февральского (I группа), мартовского (II группа) и апрельского (III группа). Преимущество баранчиков, полученных от февральского, и особенно мартовского ягнений маток над сверстниками апрельского рождения по предубойной живой массе в возрасте 6,5 месяцев составило в среднем 2,4-3,5 кг ($P>0,95-0,99$), в возрасте 9 месяцев – 3,1-4,5 кг ($P>0,99-0,999$). Вследствие больших значений предубойной живой массы получены более высокие показатели массы охлажденной туши от баранчиков февральско-мартовского срока рождения, которые, в отличие от сверстников апрельского месяца рождения, при убойе в возрасте 6,5 месяцев были на 1,6-2,4 кг выше ($P>0,95-0,99$), 9 месяцев – на 2,1-2,9 кг ($P>0,99$). Независимо от возраста убоя животных превосходство молодняка февральско-мартовского рождения над особями апрельского месяца рождения по убойному выходу варьировало в пределах 1,6-2,4 %. Наилучшим морфологическим составом, особенно по количеству мякотной части, а также сортовым составом туш, преимущественно I сорта, отличались во все убойные возрастные периоды баранчики февральского и мартовского месяцев рождения. Кроме того, они, в отличие от сверстников апрельского месяца рождения, характеризовались большими значениями коэффициента мясности – 2,83-3,04 против 2,65-2,71 ед.

Ключевые слова: карачаевская порода, баранчики, месяц рождения, контрольный убой, туша, морфологический состав, сортовой состав.

Введение

Производство и увеличение объемов мясной продукции в Российской Федерации продолжает оставаться важной народнохозяйственной задачей. Недостаточная самообеспеченность нашей страны практически во всех видах мяса требует поиска путей решения проблемы как селекционно-генетическими, так и технологическими методами. Важная роль в этом отношении принадлежит отечественным породным ресурсам, которые при создании надлежащих условий внешней среды способны обеспечить высокую реализацию ге-

нетического потенциала продуктивности. В пользу этого аргумента свидетельствуют исследования ученых и практиков, проведенные в различных регионах нашей страны [1-3].

На экономику любой подотрасли животноводства оказывает влияние скороспелость сельскохозяйственных животных. Не является исключением и мясное овцеводство, в котором стоит задача получения продукции как можно в более молодом возрасте [4, 5]. Интерес овцеводов в производстве продукции в максимально короткие сроки заключается в более раннем достижении мак-



симула товарной продукции высокого качества, лучше развитии наиболее ценных отрубов туши и лучше соотношении мякоти и костей в туше, с наименьшими затратами корма на единицу прироста живой массы. Такой путь производства мясного сырья снижает его себестоимость, тем самым повышая прибыль и рентабельность отрасли.

Ведущие ученые-овцеводы РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева [4, 6] к одной из наиболее скороспелых отечественных пород овец грубошерстного направления продуктивности относят карачаевскую породу, ягнята которой, при выращивании на естественных горных пастбищах без подкормки концентратами, по интенсивности роста и мясным качествам не уступают более скороспелым мясным породам.

В последние годы особый акцент в овцеводстве получило его мясное направление, в частности выращивание и реализация молодняка овец в год рождения с целью получения молодой баранины и ягнятины. Исследования в этом направлении на отечественных породах овец разного направления продуктивности показали свою целесообразность и эффективность, что обосновывается повышенным спросом на такой продукт со стороны населения [7, 8].

В то же время на рациональность производства молодой баранины и ягнятины влияет такой фактор как месяц рождения ягнят, так как условия кормления, содержания и технологические приемы производства продукции в этой связи значительно различаются.

Среди овец аксенгерского типа казахской мясошерстной породы у баранчиков, рожденных в весенний период и отбитых от маток в 105-дневном возрасте, показатели выживаемости и жизнеспособности, в отличие от молодняка других периодов календарного года, находятся на более высоком уровне [9].

Исследования на ягнятах ставропольской породы показали, что ягнята, рожденные в марте, в отличие от апрельских, к началу пастбищного периода содержания лучше подготовлены к выпасу. Это объясняется их способностью к поеданию разнообразных кормов вследствие достижения большего возраста. При апрельском же ягнении баранчики к началу пастбищного периода содержания продолжают потреблять молоко матери, а добавление в рацион зеленой сочной травы способствует расстройству желудка и соответственно падежу [10].

В исследованиях [11] не установлено существенных различий в производстве баранины от животных разных сроков отбивки. Как при отъеме в трехмесячном возрасте, так и в 4 месяца отличий в уровне прироста живой массы, последующей мясной продуктивности не наблюдалось, что характеризует высокую приспособленность молодняка к существующей технологии выращивания и свидетельствует о возможности более раннего отъема ягнят от матерей.

Анализ формирования мясной продуктивности баранчиков мериносовых пород овец зимнего и весеннего периодов рождения свидетельствует о

превосходстве по количественным и качественным показателям продуктивности баранчиков, рожденных от зимнего ягнения маток [12].

Вышеизложенное позволяет констатировать, что изучение влияния разных месяцев рождения на последующую мясную продуктивность выращиваемого молодняка карачаевской породы представляется актуальной задачей, решение которой будет дополнительным резервом в деле насыщения рынка мясом – бараниной.

Цель работы – изучить мясные качества баранчиков карачаевской породы в зависимости от сроков рождения.

Материал и методы исследования

Для достижения указанной цели проводились исследования в условиях племенного репродуктора по разведению овец карачаевской породы ООО «Дарган» (предгорная зона Кабардино-Балкарской Республики). Из числа ранее выращенных баранчиков сформировали три группы животных разных сроков (месяцев) рождения: февральского (I группа), мартовского (II группа) и апрельского (III группа).

Мясная продуктивность (убойные показатели, морфологический и сортовой состав туш) подопытных групп баранчиков изучалась путем проведения контрольного убоя, который провели по три головы из каждой группы. Убой провели по методике ВНИИМС (1984) в возрасте 6,5 и 9 месяцев. При анализе морфологический и сортовой состав туш изучили путем разделки туш на отдельные естественно-анатомические отруба в соответствии с ГОСТ Р 54367-2011.

Показатель контрольного убоя – массу туши – устанавливали путем взвешивания туши с почками и околопочечным жиром, а убойную массу – взвешиванием туши и внутреннего жира. Убойный выход рассчитывали как отношение убойной массы к предубойной живой массе (%).

Об экономической эффективности производства баранины в подопытных группах баранчиков судили по следующим показателям: себестоимость, цена реализации, производственные затраты, выручка от реализации, прибыль, рентабельность.

Цифровой материал исследований обработан методом вариационной статистики [13] с вычислением по критерию Стьюдента достоверности разности полученных показателей. Критериями межгрупповых различий служили следующие пороги достоверности разности по критерию Стьюдента: $P > 0,95$ (I порог), $P > 0,99$ (II порог), $P > 0,999$ (III порог).

Результаты исследований и их обсуждение

Данные результатов контрольного убоя подопытных групп баранчиков карачаевской породы приведены в таблице 1.

По полученным результатам видно существенное превосходство баранчиков, полученных от февральского, и особенно мартовского ягнений маток над сверстниками апрельского рождения, что связано с кормовыми и организационно-технологическими условиями выращивания животных в



хозяйстве. Преимущество баранчиков I и II групп по убойным качествам проявилось как при убое в 6,5-месячном, так и в 9-месячном возрасте. По предубойной живой массе в возрасте 6,5 месяцев эти различия в сравнении с особями апрельского рождения составили в среднем 2,4-3,5 кг ($P>0,95-0,99$), 9 месяцев – 3,1-4,5 кг ($P>0,99-0,999$). Как и ожидалось, межгрупповые отличия с возрастом в значениях предубойной живой массы увеличились. Вследствие больших значений предубойной живой массы получены более высокие показатели массы охлажденной туши от баранчиков февральско-мартовского срока рождения, которые в отличие от сверстников апрельского месяца рождения при убое в возрасте 6,5 месяцев были на 1,6-2,4 кг выше ($P>0,95-0,99$), 9 месяцев – на 2,1-2,9 кг ($P>0,99$). Независимо от возраста убоя наибольший относительный выход туши от предубойной живой массы демонстрировали баранчики более ранних сроков рождения календарного года.

По значениям массы внутреннего жира между группами баранчиков существенных отличий в большинстве случаев не обнаружено, за исключением межгрупповых различий II и III групп при убое в 9-месячном возрасте. В силу этого получены более высокие значения убойной массы баранчиков февральского и мартовского сроков рождения. Так, в возрасте убоя 6,5 месяцев анализируемый показатель у баранчиков более ранних сроков рождения по сравнению с апрельским рождением оказался на 1,8-2,6 кг ($P>0,95-0,99$) больше, при убое в возрасте 9 месяцев – на 2,2-3,1 кг ($P>0,95-0,99$).

В силу полученных межгрупповых различий по убойной массе наибольшим убойным выходом характеризовались баранчики более ранних сроков рождения: в 6,5 месяцев – 49,7-50,4 % против 48,0 % у сверстников апрельского месяца рождения, в 9 месяцев – 50,1-50,6 % против 48,5%.

Таблица 1 – Результаты контрольного убоя баранчиков карачаевской породы разных месяцев рождения, ($\bar{X} \pm m_x$)

Возраст, мес. / показатель	Группа		
	I	II	III
6,5 месяцев			
Масса, кг:			
предубойная	38,2±0,43	39,3±0,40	35,8±0,34
охлажденной туши	18,4±0,36	19,2±0,41	16,8±0,29
внутреннего жира	0,6±0,03	0,6±0,04	0,4±0,03
убойная	19,0±0,33	19,8±0,35	17,2±0,28
Убойный выход, %	49,7±0,37	50,4±0,42	48,0±0,31
9 месяцев			
Масса, кг:			
предубойная	43,1±0,36	44,5±0,32	40,0±0,29
охлажденной туши	21,0±0,28	21,8±0,35	18,9±0,22
внутреннего жира	0,6±0,05	0,7±0,05	0,5±0,04
убойная	21,6±0,40	22,5±0,38	19,4±0,34
Убойный выход, %	50,1±0,35	50,6±0,39	48,5±0,26

Изучение морфологического состава туш животных в определенной мере характеризует качественную сторону продукции и позволяет ориентироваться в современных рыночных условиях на

потребительский спрос населения.

Сведения о морфологическом составе туш подопытных групп баранчиков карачаевской породы отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологический состав туш баранчиков разных месяцев рождения, $\bar{X} \pm m_x$

Группа	Мякоть		Кости		коэффициент мясности, ед.
	абсолютная масса, кг	относительный выход, %	абсолютная масса, кг	относительный выход, %	
убой в 6,5 месяцев					
I	13,6±0,21	73,9	4,8±0,10	26,1	2,83±0,04
II	14,3±0,26	74,5	4,9±0,12	25,5	2,92±0,05
III	12,2±0,15	72,6	4,6±0,08	27,4	2,65±0,03
убой в 9 месяцев					
I	15,6±0,23	74,3	5,4±0,13	25,7	2,89±0,03
II	16,4±0,33	75,2	5,4±0,11	24,8	3,04±0,05
III	13,8±0,19	73,0	5,1±0,09	27,0	2,71±0,04



Количество мякотной части туш как наиболее ценной в пищевом отношении существенно различалось между подопытным поголовьем молодняка. Так, максимальными значениями абсолютной массы и относительного выхода мякоти характеризовались баранчики февральско-мартовского периода рождения, чье превосходство над сверстниками апрельского месяца рождения имело место как при убое в возрасте 6,5 месяцев, так и в 9-месячном возрасте. В более ранние сроки убоя от баранчиков февральского и мартовского месяцев рождения получено в среднем по 13,6-14,3 кг мякоти, что выше показателей сверстников апрельского месяца рождения на 1,4 и 2,1 кг ($P>0,99$) соответственно. Аналогичная тенденция межгрупповых различий в полученной массе мякоти зарегистрирована при убое в 9-месячном возрасте – на 1,8 ($P>0,99$) и 2,6 ($P>0,99$) кг.

По абсолютной массе костной ткани подопытные группы баранчиков характеризовались практически одинаковыми значениями без достоверных межгрупповых различий. Указанная закономерность обнаружена в оба возрастных периода убоя.

Расчет коэффициента мясности подтвердил лучшее соотношение мякотной части к костям в охлажденной туше баранчиков февральско-мартовского периода рождения. Преимущество животных этих групп над особями, рожденными в апреле, составило по анализируемому показателю при убое в 6,5 месяцев 0,18-0,27 ед. ($P>0,95-0,99$) и 9 месяцев – 0,18-0,33 ед. ($P>0,95-0,99$).

Данные о сортовой составе туш подопытных групп баранчиков представлены в таблице 3 и на рисунках 1 и 2.

Количество мякотной части туш как наиболее ценной в пищевом отношении существенно различалось между подопытным поголовьем молодняка. Так, максимальными значениями абсолютной массы и относительного выхода мякоти характеризовались баранчики февральско-мартовского периода рождения, чье превосходство над сверстниками апрельского месяца рождения имело место как при убое в возрасте 6,5 месяцев, так и в 9-месячном возрасте. В более ранние сроки убоя от баранчиков февральского и мартовского месяцев рождения получено в среднем по 13,6-14,3 кг мякоти, что выше показателей сверстников апрельского месяца рождения на 1,4 и 2,1 кг ($P>0,99$) соответственно. Аналогичная тенденция межгрупповых различий в полученной массе мякоти зарегистрирована при убое в 9-месячном возрасте – на 1,8 ($P>0,99$) и 2,6 ($P>0,99$) кг.

По абсолютной массе костной ткани подопытные группы баранчиков характеризовались практически одинаковыми значениями без достоверных межгрупповых различий. Указанная закономерность обнаружена в оба возрастных периода убоя.

Расчет коэффициента мясности подтвердил лучшее соотношение мякотной части к костям в охлажденной туше баранчиков февральско-мартовского периода рождения. Преимущество животных этих групп над особями, рожденными в апреле, составило по анализируемому показателю при убое в 6,5 месяцев 0,18-0,27 ед. ($P>0,95-0,99$) и 9 месяцев – 0,18-0,33 ед. ($P>0,95-0,99$).

Данные о сортовой составе туш подопытных групп баранчиков представлены в таблице 3 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 3 – Сортовой состав туш подопытных групп баранчиков, $\bar{X} \pm m\bar{x}$

Показатель	Группа		
	I	II	III
убой (6,5 месяцев)			
масса охлажденной туши, кг	18,4±0,56	19,2±0,61	16,8±0,49
I сорт:			
абсолютная масса, кг	15,2±0,32	16,0±0,39	13,7±0,26
относительный выход, %	82,6	83,3	81,5
II сорт:			
абсолютная масса, кг	3,2±0,09	3,2±0,09	3,1±0,07
относительный выход, %	17,4	16,7	18,5
убой (9 месяцев)			
масса охлажденной туши, кг	21,0±0,30	21,8±0,37	18,9±0,25
I сорт:			
абсолютная масса, кг	16,9±0,41	17,8±0,44	15,1±0,36
относительный выход, %	80,5	81,7	79,9
II сорт:			
абсолютная масса, кг	4,1±0,12	4,0±0,13	3,8±0,09
относительный выход, %	19,5	18,3	20,1

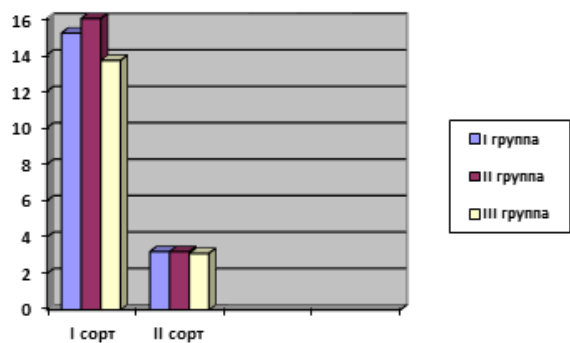


Рис. 1 – Абсолютная масса сортового состава туш подопытных групп баранчиков при убое в возрасте 6,5 месяцев (кг)

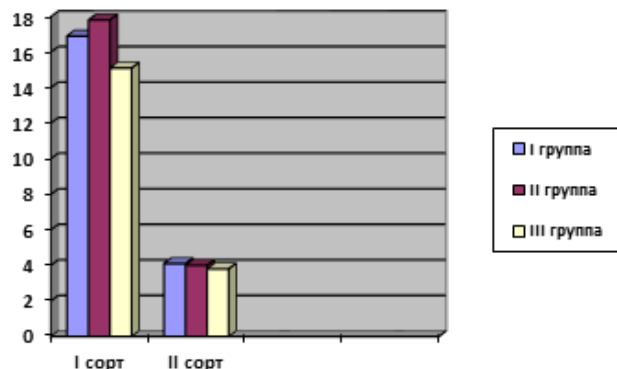


Рис. 2 – Абсолютная масса сортового состава туш подопытных групп баранчиков при убое в возрасте 9 месяцев (кг)

Как в абсолютных, так и в относительных величинах максимальным выходом мяса I сорта отличался молодняк, рожденный от маток в феврале и марте, превосходство которых над сверстниками апрельского месяца рождения составило при убое в 6,5-месячном возрасте 1,5-2,3 кг ($P>0,95-0,99$) и 1,1-1,8 абсолютных процентов. При убое в 9 месяцев указанные различия по

массе и выходу мяса составили 1,8-2,7 кг ($P>0,95-0,99$) и 0,6-1,8 абсолютных процентов в пользу баранчиков более раннего периода рождения (февраль и март).

Результаты возрастного прироста туш и их составных частей у подопытных групп баранчиков представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Возрастной прирост туш и их составных частей в период с 6,5 до 9 месяцев, $\bar{X} \pm m_x$

Прирост	Группа		
	I	II	III
масса охлажденной туши			
абсолютный, кг	$2,6 \pm 0,11$	$2,6 \pm 0,09$	$2,1 \pm 0,12$
относительный, %	14,1	13,5	12,5
масса мякоти			
абсолютный, кг	$2,0 \pm 0,08$	$2,1 \pm 0,09$	$1,6 \pm 0,06$
относительный, %	14,7	14,7	13,1
масса костей			
абсолютный, кг	$0,6 \pm 0,02$	$0,5 \pm 0,02$	$0,5 \pm 0,01$
относительный, %	12,5	10,2	10,9
относительный, %			
абсолютный, кг	$1,7 \pm 0,05$	$1,8 \pm 0,04$	$1,4 \pm 0,03$
относительный, %	11,2	11,3	10,2
масса туши II сорта			
абсолютный, кг	$0,9 \pm 0,03$	$0,8 \pm 0,03$	$0,7 \pm 0,02$
относительный, %	28,1	25,0	22,6

За анализируемый период зарегистрировано превосходство баранчиков февральско-мартовского периода рождения по абсолютному и относительному приросту массы охлажденной туши над сверстниками апрельского месяца рождения, которое составило в среднем 0,5 кг ($P>0,95$) и 1,0-1,6 абсолютных процентов соответственно.

Прирост абсолютной массы мякоти молодняка более ранних сроков рождения составил в среднем 2,0-2,1 кг, что выше аналогичного показателя особей, рожденных в апреле, в среднем на 0,4-0,5 кг ($P>0,95$). Более высокий прирост массы мякоти за период с 6,5 до 9 месяцев баранчиков февральского и мартовского

месяцев рождения подтвердили значения относительного прироста – 14,7 против 13,1%.

Как положительный факт следует рассматривать наименьший относительный прирост массы за анализируемый период костной ткани баранчиков мартовского месяца рождения – 10,2% против 10,9-12,5% в других группах.

Наибольшим увеличением массы туши I сорта за период 6,5-9 месяцев отличался молодняк февральско-мартовского периода рождения, у которых оно составило 1,7-1,8 кг, что на 0,3-0,4 кг больше относительно группы апрельского месяца рождения ($P>0,99$). Аналогичные межгрупповые различия выявлены по приросту массы туши II со-



рта ($P>0,95-0,99$).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о различной экономической эффективности при выращивании баранчиков разных месяцев рождения (табл. 5).

Одинаковая реализационная цена 1 кг баранины (280 руб.) из-за различий в массах туш обеспечила более высокую выручку при реализации продукции от животных, рожденных в феврале и марте. Такая закономерность имела место в оба убойных возрастных периода: в 6,5 месяцев – на 448 и 672 руб. соответственно, в 9 месяцев – на 588-812 руб. Выращивание баранчиков разных месяцев рождения привели к неодинаковым значениям себестоимости производства 1 кг продук-

ции. Наибольшей себестоимостью получения 1 кг баранины отличались потомки, рожденные от маток апрельского ягнения – 225 руб. в случае убоя в 6,5 месяцев и 244 руб. – в 9 месяцев. В сравнении с другими опытными группами различия составили в среднем 19-27 и 21-31 руб. соответственно. Как при убое в более молодом возрасте, так и в 9 месяцев производственные затраты на получение продукции между группами баранчиков мало различались, что в результате большей выручки от реализации баранины животных февральско-мартовского периода рождения обеспечило им преимущество в прибыли над сверстниками апрельского месяца рождения.

Таблица 5 – Экономическая эффективность производства баранины баранчиками разных месяцев рождения

	Группа баранчиков		
	I	II	III
при убое в 6,5 мес.			
масса охлажденной туши, кг	18,4	19,2	16,8
реализационная цена 1 кг баранины, руб	280	280	280
выручка от реализации, руб.	5152	5376	4704
себестоимость единицы продукции, руб.	206	198	225
производственные затраты, руб.	3790	3802	3780
прибыль, руб.	1362	1574	924
рентабельность, %	35,9	41,4	24,4
при убое в 9 мес.			
масса охлажденной туши, кг	21,0	21,8	18,9
реализационная цена 1 кг баранины, руб.	280	280	280
выручка от реализации, руб.	5880	6104	5292
себестоимость единицы продукции, руб.	223	213	244
производственные затраты, руб.	4683	4643	4612
прибыль, руб.	1197	1461	680
рентабельность, %	25,5	31,5	14,7

В результате рентабельность производства баранины от баранчиков более ранних сроков рождения оказалась выше: при убое в 6,5 месяцев – на 11,5-17,0 %, в 9 месяцев – на 10,8-16,8 %.

Следует отметить, что, несмотря на возрастное увеличение выручки от реализации продукции за счет получения большей массы туш, это не обеспечило подопытным группам баранчиков превосходства с возрастом в получаемой прибыли, и вполне естественно, в уровне рентабельности.

Заключение

Выращивание молодняка карачаевской породы, рожденного от февральско-мартовского периода ягнений маток, в отличие от апрельского, способствует достижению более высоких убойных качеств, лучшему соотношению мякотной и костной тканей, а также увеличению продукции I сорта. При прочих равных условиях более рентабельным оказалось производство баранины от баранчиков, рожденных в более ранние календарные сроки.

Список литературы

1. Лушников, В. П. Мясная продуктивность баранчиков различных генотипов / В. П. Лушников, А. В. Фомин, М. Г. Сарбаев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. - № 4. – С. 19-20.
2. Рациональное использование генофонда ценных пород животных с целью сохранения биологического разнообразия / М. Б. Улимбашев, В. В. Кулинцев, М. И. Селионова, Р. А. Улимбашева, Б. Т. Абилов, Ж. Т. Алагирова // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13. - № 2. – С. 165-183.
3. Сушенцова, М. А. Рост и развитие ягнят советской мясошерстной породы в условиях ООО КФХ «Архангельское» Новошешминского района Республики Татарстан / М. А. Сушенцова, Е. Л. Кузнецова, В. Г. Семенов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. - №2 (34). – С. 53-56.
4. Ерохин, А. И. Скороспелость животных – важный селекционный признак / А. И. Ерохин, Е.



А. Карасев, С. А. Ерохин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2014. – № 4. – С. 22-25.

5. Омаров, А. А. Мясная продуктивность, химический состав мышечной ткани молодняка создаваемого типа скороспелых овец в возрастном аспекте / А. А. Омаров, Л. Н. Скорых, Д. В. Коваленко // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 2. – № 9. – С. 19-25.

6. Meat productivity of young sheep karachai breed / Yu.A. Yuldashbayev, A.F. Shevhuzhev, R.Kh. Kochkarov, E.G. Mishvelov, A.I. Ponomareva // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9. – No 4. – P. 692-699.

7. Хайитов, А. Х. Формирование мясной продуктивности у молодняка овец карачаевской породы / А. Х. Хайитов, А. Ф. Шевхужев, Д. Р. Смакуев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (55). – С. 84-90.

8. Габаев, М. С. Экономическая эффективность промышленного скрещивания карачаевских овцематок с баранами эдильбаевской породы / М. С. Габаев, В. М. Гукежев, М. А. Шомахова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2018. – № 4 (84). – С. 90-100.

9. Юлдашбаев, Ю. А. Совершенствование продуктивных и племенных качеств овец аксенгерского типа казахской мясошерстной породы / Ю. А. Юлдашбаев, М.П. Прманшаев, А. Т. Мусаханов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4. – С. 113-131.

10. Коник, Н. В. Оптимальный срок ягнения меринсовых овец в юго-восточной зоне Поволжья / Н. В. Коник, Ж. Н. Жумагалиев // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2007. – Т. 2. – № 2-2. – С. 38-42.

11. Скорых, Л. Н. Продуктивные качества овец при разных сроках отъема в условиях Ставропольского края и Саратовской области / Л. Н. Скорых, Н. В. Коник // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2015. – № 2. – С. 24-26.

12. Галиева, З. А. Особенности формирования мясной продуктивности молодняка овец разных сроков рождения / З. А. Галиева, Ю. А. Юлдашбаев, Т. С. Кубатбеков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (57). – С. 107-109.

13. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – М. : Колос, 1969. – 256 с.

MEAT PRODUCTIVITY OF BARRANKS OF THE KARACHAYSKY BREED OF DIFFERENT MONTHS OF BIRTH

Ulimbasheva Radina A., Candidate of Agricultural Sciences, research associate of the Department of feeding and feed production, North Caucasus federal scientific agrarian centre. 356241, Stavropol Krai, Mikhaylovsk, Nikonov Street, 49, tel. 8-928-720-26-35, e-mail: ulimbashева1976@mail.ru.

The purpose of the work is to study the meat qualities of sheeps of the Karachay breed, depending on the timing of birth. The object of the research was the sheeps of the Karachay breed, belonging to the pedigree reproducer of sheep of the Karachai breed LLC «Dargan», located in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic. From the number of previously grown rams, three groups of animals of different terms (months) of birth were formed: February (group I), March (group II) and April (group III). The advantage of the sheep obtained from the February, and especially the March lambing of the uterus over their peers of April birth in the pre-slaughter live at the age of 6,5 months was on average 2,4-3,5 kg ($P>0,95-0,99$), 9 months – 3,1-4,5 kg ($P>0,99-0,999$). Due to the large values of the pre-slaughter live weight, higher chilled carcass weight indicators were obtained from sheep of the February-March period of birth, which, in contrast to the peers of the April month of birth at slaughter at the age of 6.5 months, were 1,6-2,4 kg higher ($P>0,95-0,99$), 9 months – 2,1-2,9 kg ($P>0,99$). Regardless of the age of the slaughter of animals, the superiority of young animals of February-March birth over individuals of the April month of birth in slaughter output varied within 1,6-2,4%. The best morphological composition, especially in terms of the number of meat parts, as well as the varietal composition of carcasses, mainly of the first grade, were different in all slaughter age periods of the February and March sheep of birth. In addition, they, unlike the peers of the April month of birth, were characterized by large values of meat ratio – 2,83-3,04 against 2,65-2,71 units.

Key words: Karachay breed, rams, month of birth, control slaughter, carcass, morphological composition, varietal composition.

Literatura

1. Lushnikov, V.P. Myasnaya produktivnost' baranchikov razlichnyh genotipov / V.P. Lushnikov, A.V. Fomin, M.G. Sarbaev // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – № 4. – С. 19-20.

2. Ulimbashev, M.B. Racional'noe ispol'zovanie genofonda cennyh porod zhivotnyh s cel'yu sohraneniya biologicheskogo raznoobraziya / M.B. Ulimbashev, V.V. Kulincev, M.I. Selionova, R.A. Ulimbasheva, B.T. Abilov, ZH.T. Alagirova // YUg Rossii: ekologiya, razvitie. – 2018. – Т. 13. – № 2. – С. 165-183.

3. Sushencova, M.A. Rost i razvitie yagnyat sovetskoj myasosherstnoj породы v usloviyah OOO KFH «Arhangel'skoe» Novosheshminskogo rajona Respubliki Tatarstan / M.A. Sushencova, E.L. Kuznecova, V.G. Semenov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A.



Kostycheva. – 2017. - №2 (34). – S. 53-56.

4. Erohin, A.I. Skorospelost' zhivotnyh – vazhnyj selekcionnyj priznak / A.I. Erohin, E.A. Karasev, S.A. Erohin // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2014. - № 4. – S. 22-25.

5. Omarov, A.A. Myasnaya produktivnost', himicheskij sostav myshechnoj tkani molodnyaka sozdavaemogo tipa skorospelyh ovec v vozrastnom aspekte / A.A. Omarov, L.N. Skoryh, D.V. Kovalenko // Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. – 2016. – T. 2. - № 9. – S. 19-25.

6. Yuldashbayev, Yu.A. Meat productivity of young sheep karachai breed / Yu.A. Yuldashbayev, A.F. Shevhuzhev, R.Kh. Kochkarov, E.G. Mishvelov, A.I. Ponomareva // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – T. 9. - No 4. – P. 692-699.

7. Hajitov, A.H. Formirovanie myasnoj produktivnosti u molodnyaka ovec karachaevskoj porody / A.H. Hajitov, A.F. Shevhuzhev, D.R. Smakuev // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. - № 2 (55). – S. 84-90.

8. Gabaev, M.S. Ekonomicheskaya effektivnost' promyshlennogo skreshchivaniya karachaevskih ovceamatok s baranami edil'baevskoj porody / M.S. Gabaev, V.M. Gukezhev, M.A. SHomahova // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. – 2018. - № 4 (84). – S. 90-100.

9. YUldashbaev, YU.A. Sovershenstvovanie produktivnyh i plemennyh kachestv ovec aksengerskogo tipa kazahskoj myasosherstnoj porody / YU.A. YUldashbaev, M.P. Prmanshaev, A.T. Musahanov // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2016. - № 4. – S. 113-131.

10. Konik, N.V. Optimal'nyj srok yagneniya merinosovyh ovec v yugo-vostochnoj zone Povolzh'ya / N.V. Konik, ZH.N. ZHumagaliev // Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. – 2007. – T. 2. - № 2-2. – S. 38-42.

11. Skoryh, L.N. Produktivnye kachestva ovec pri raznyh srokahot"ema v usloviyah Stavropol'skogo kraya i Saratovskoj oblasti / L.N. Skoryh, N.V. Konik // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2015. - № 2. – S. 24-26.

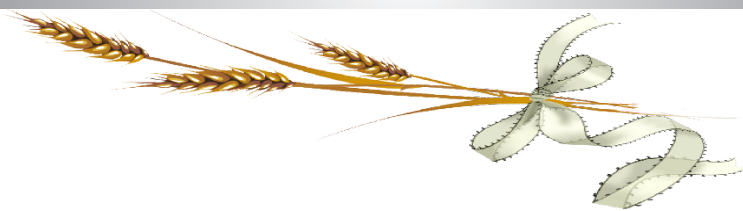
12. Galieva, Z.A. Osobennosti formirovaniya myasnoj produktivnosti molodnyaka ovec raznyh srokov rozhdeniya / Z.A. Galieva, YU.A. YUldashbaev, T.S. Kubatbekov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. - № 1 (57). – S. 107-109.

13. Plohinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov / N.A. Plohinskij. – M.: Kolos, 1969. – 256s.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 631.431 (470.331)

DOI 10.36508/RSATU.2020.22.33.012

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ

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, доцент, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, slavasddg@mail.ru

Одним из наиболее важных видов деформации, с точки зрения развития процессов моделирования и проектирования рабочих органов почвообрабатывающих машин, а также оценки механизма и условий их применения является исследование прочности почвы на изгиб или эластичности. Целью данной работы являлось исследование эластичности почвы ненарушенного строения на изгиб в зависимости от ее влажности и насыщенности корневыми остатками. Исследования выполнялись с помощью разработанных методики и прибора для определения прочности почвы с ненарушенной структурой (патент РФ 2230317). Для исследований в условиях Тверской ГСХА были подобраны различные категории сельскохозяйственных земель: 1. Со стерневым покрытием – после уборки овса; 2. С культурным травостоем – клевер первого года пользования; 3. С разнообразным естественным травостоем – сенокос. Почва опытных участков – дерново-среднеподзолистая остаточно-карбонатная глееватая на морене, легкосуглинистая по гранулометрическому составу. В результате комплексных исследований, выполненных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, была изучена прочность почвы на изгиб в зависимости от количества корневых остатков и влажности. Установлено, что прочность почвы на изгиб под естественным травостоем значительно выше в сравнении с ежегодно обрабатываемой пашней и культурным травостоем, что обеспечивает расширение диапазона устойчивости к деформации при больших пределах влажности. Наибольшая эластичность почвы после выращивания овса наблюдается при влажности, равной 19,0 %, многолетне-го культурного травостоя (клевера) – 22,0 %, естественного травостоя – 24,3 % соответственно. Применение результатов данных по прочностным свойствам почвы ненарушенного строения в естественных условиях позволит создать базу данных, использование которой реализует возможность автоматизированного проектирования рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Ключевые слова: эластичность почвы, корневые остатки, влажность почвы, пашня, культурный травостой, естественный травостой, почвообрабатывающие машины.

Введение

Процесс обработки почвы и его развитие неразрывно связаны с разработкой эффективных способов и средств воздействия на нее, определяемых исходными характеристиками объекта влияния и природно-климатическими условиями [1, 2]. При этом конечным результатом механического воздействия на почву должно являться не только краткосрочное создание оптимальных условий для выращивания культурных растений посредством позитивного кондиционирования состояния и режимов почвы, но и формирование по возможности более длительного последствия [1, 2, 3]. Указанное влияние почвообрабатывающих машин может быть достигнуто только при всестороннем изучении процессов разрушения почвы и исследовании механического взаимодействия поверхностей рабочих органов с почвой, в частности, выражен-

ного различными видами деформации: сдвиг, сжатие, растягивание, резание, кручение и др. [4-9]. Одним из наиболее важных видов деформации, с точки зрения развития теории разрушения почвы и теории клина [4, 6], является исследование эластичности (прочности на изгиб), позволяющее осуществлять моделирование и проектирование рабочих органов почвообрабатывающих машин, а также давать оценку механизма и условий их применения. Теоретические выкладки в указанной области довольно слабо подкреплены результатами практических работ, что определяет актуальность данной тематики и требует от науки проведения специальных исследований.

Цель исследований.

Целью работы являлось исследование эластичности почвы ненарушенного строения в зависимости от ее влажности и насыщенности корне-



выми остатками.

Материалы и методы

На основании анализа технологических процессов и результатов полевых исследований установлено, что типы корпусов плугов привязаны в большей степени к виду вспашки и исходной твердости почвы, определяемой, как правило, в вертикальной плоскости. Однако работа корпуса плуга, также как и остальных почвообрабатывающих орудий, производится в горизонтальной плоскости. Следовательно, актуальным является вопрос определения технологических свойств в горизонтальной плоскости, для чего на кафедре транспортно-технологических машин и комплексов Тверской ГСХА предложена методика и разработан прибор для определения эластичности почвы с ненарушенной структурой [10].

Общий вид устройства для определения эластичности почвы в полевых условиях представлен на рисунке 1, а на рисунке 2 представлены полые отрезные формы различного поперечного сечения для различных типов почв. Устройство состоит из основания 1 со штырями 2, которые служат для закрепления его в почве. На верхней части основания установлен уровнемер 3. На основании 1

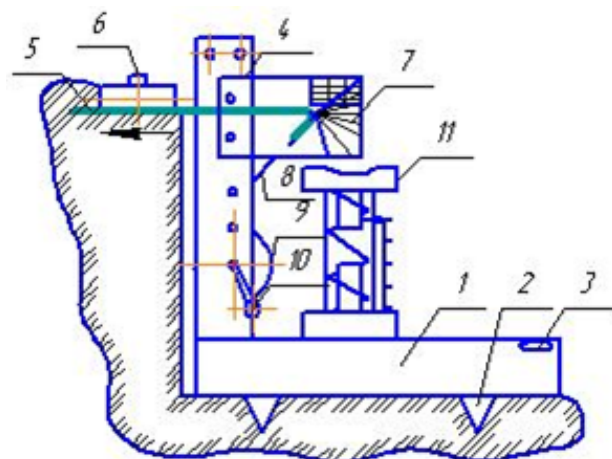


Рис. 1 – Прибор для определения прочности почвы на изгиб

Полая отрезная форма имеет различное поперечное сечение. При формировании образца из малосвязных типов почв рекомендуется использовать треугольную форму (рис. 2 (б)), а для остальных типов почв и грунтов можно использовать квадратную форму (рис. 2 (а)) или прямоугольную форму (не показана). В рамках данной работы применяли как раз прямоугольную форму.

Непосредственно сам способ определения эластичности почвы, реализуемый с помощью устройства (рис. 1) в полевых условиях, представлен в патенте РФ на изобретение 2230317 [10]. Способ и устройство позволяют определить эластичность почвы, не нарушая ее структуры в естественных условиях. Дополнительное измерение угла поворота и прогиба образца позволяет повысить точность результатов и также проводить испытания малосвязанных почв.

Для исследований в условиях Тверской ГСХА были подобраны различные категории сельскохо-

установлена вертикальная П-образная стойка 4, на которой горизонтально закреплена металлическая пластина 5 с заостренной частью, которая установлена с возможностью ее перестановки на различные почвенные горизонты по направляющим канавкам (не показаны). На пластине 5 установлена сменная полая отрезная форма 6 с возможностью перемещения ее вместе с пластиной по направляющим канавкам. Сменная полая отрезная форма 6 имеет различное поперечное сечение в виде квадрата, прямоугольника либо равновеликого треугольника для проведения испытаний различных типов почв. На П-образной стойке 4 закреплена пластина 7 из прозрачного материала с нанесенной на ней масштабной сеткой для линейных и угловых измерений. Механизм перемещения образца почвы выполнен в виде гибкой движущейся ленты 8, выполненной из полиэтиленового материала и зафиксированной одним концом на заостренной части металлической пластины 5, а другим концом на барабане 9, установленном на стойке 4. Барабан 9 приводится в действие ручкой 10. Под прозрачной пластиной 7 установлен весовой механизм 11.

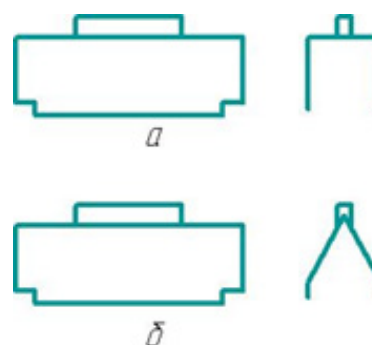


Рис. 2 – Виды отрезных форм для прибора

зяйственных земель: 1. Со стерневым покрытием – после уборки овса; 2. С культурным травостоем – клевер первого года пользования; 3. С разнообразным естественным травостоем – сенокос.

Почва опытных участков – дерново-среднеподзолистая остаточно-карбонатная глееватая на морене, легкосуглинистая по гранулометрическому составу.

Определение плотности, структурности, влажности почвы, степени задернения пласта корневыми остатками проводили по ГОСТ 20915-2011 [11].

Измерения эластичности почвы производили в 2017-2019 гг. на специально выделенных на каждом типе растительного покрова площадках в пятикратной повторности, привязывая измерения к колебаниям влажности почвы, значения которой при дальнейшей обработке данных и формировании иллюстративного материала представлялись ранжировано – в порядке возрастания.



Результаты и обсуждение

Способность почвы сопротивляться деформации определяется ее исходными характеристиками, влияние на которые оказывает огромное количество факторов. К числу наиболее значимых относится содержание органического вещества, формируемое в разнокачественных агроэкосистемах без антропогенного влияния преимущественно посредством функционирования и отмирания корневых систем растений. При этом создается структура функционального взаимодействия между минеральным субстратом и продуктами минерализации растительных остатков, обеспечивающая при колебаниях их соотношений разноуровневое проявление агрофизических и технологических свойств почвы. Так, исследова-

ниями плотности и коэффициента структурности изучаемой почвы выявлено существенное изменение определяемых параметров в зависимости от характера использования земельных участков (рис. 3). Плотность, равно как и количество агрономически ценных почвенных агрегатов, возрастали при увеличении периода отсутствия механического воздействия на почву и формировании устойчивой задержности пахотного горизонта. Наибольшие значения плотности ($1,56 \text{ г/см}^3$) и коэффициента структурности (1,62 ед.) получены при анализе почвы в условиях сенокоса с естественным разнотравным травостоем, а наименьшие ($1,35 \text{ г/см}^3$ и 1,10 ед. соответственно) на поле после уборки овса.

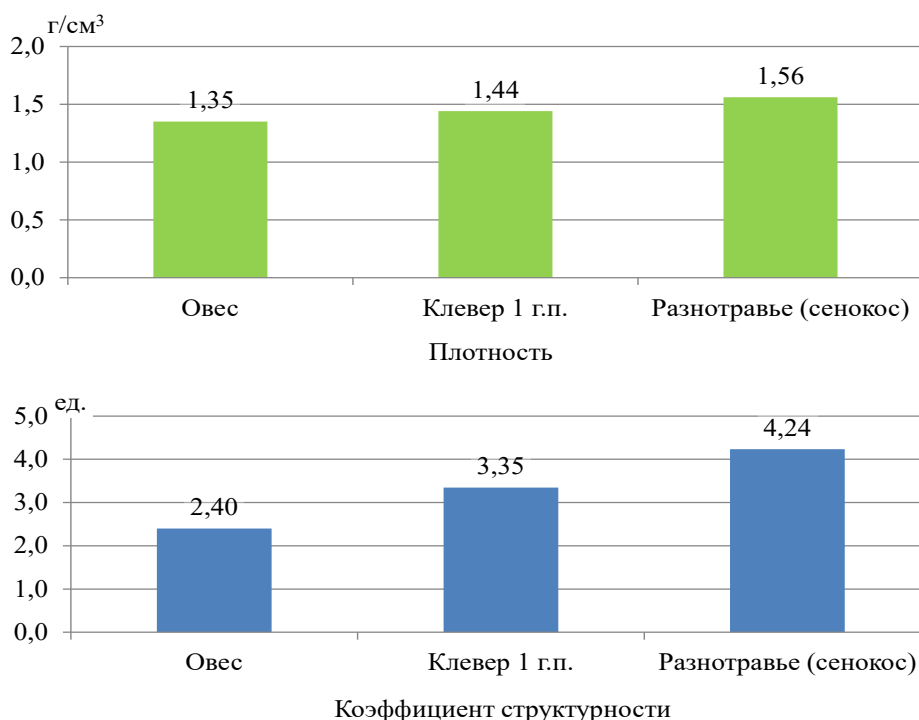


Рис. 3 – Исходные параметры пахотного слоя дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Выявленная закономерность формирования строения поверхностного слоя почвы (0–20 см) определяется как суммарным содержанием органического вещества, в целом, так и корневых остатков, как потенциального источника для новообразования гумуса, в частности (рис. 4). Кроме этого, стоит выделить роль органического вещества в процессах создания устойчивой к антропогенному воздействию почвенной матрицы, так как именно оно, покрывая минеральные частицы грунта, выступает в виде «клеящего» состава и увеличивает сопротивление агрегатов по отдельности и почвы в общем различным видам деформации. Указанная тенденциозность формирования прочностных характеристик почвы в полной мере подтверждается результатами измерений прочности на изгиб, где наибольшая эластичность почвенного пласта была получена в условиях сенокоса с разнотравным травостоем, при максимальной в исследуемых образцах насыщенности корневыми остатками ($7,40 \text{ г/дм}^3$). Наименьшая устойчивость

к деформации отмечалась на пашне, подвергаемой ежегодному механическому воздействию почвообрабатывающих машин, которые обеспечивают разрушение пахотного горизонта, препятствуя упрочнению межагрегатных связей.

Наряду с органическим веществом не менее значимым признаком почвы, определяющим ее технологические свойства посредством формирования устойчивой структурной организации к механическим воздействиям, является влажность. Исследованиями установлено, что прочность почвы на изгиб под естественным травостоем значительно выше в сравнении с ежегодно обрабатываемой пашней и культурным травостоем, что обеспечивает расширение диапазона устойчивости к деформации при больших пределах влажности (рис. 5,6,7). Такая закономерность является следствием уменьшенной внутриагрегатной пористости в условиях почвенного покрова, не подвергающегося длительному периоду времени механическому воздействию.

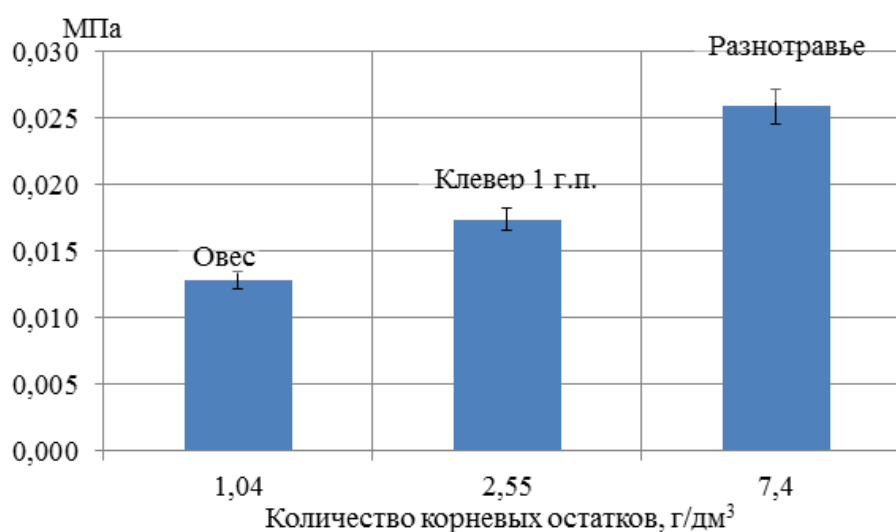


Рис. 4 – Влияние количества корневых остатков растений в почве на изменение ее эластичности

Наряду с органическим веществом, не менее значимым признаком почвы, определяющим ее технологические свойства посредством формирования устойчивой структурной организации к механическим воздействиям, является влажность. Исследованиями установлено, что эластичность почвы под естественным травостоем значительно выше в сравнении с ежегодно обрабатываемой

пашней и культурным травостоем, что обеспечивает расширение диапазона устойчивости к деформации при больших пределах влажности (рис. 5-7). Такая закономерность является следствием уменьшенной внутриагрегатной пористости в условиях почвенного покрова, не подвергающегося длительный период времени механическому воздействию.

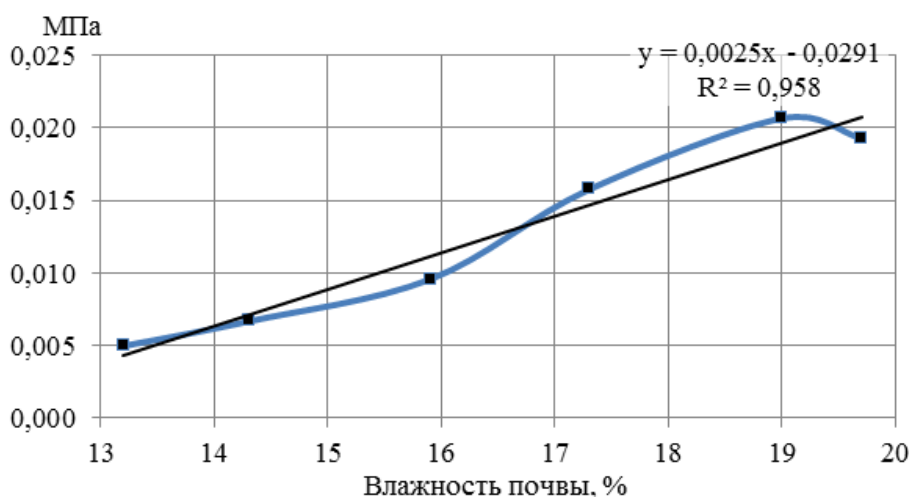


Рис. 5 – Влияние влажности почвы на изменение ее эластичности – овес (после уборки)

Важным условием успешной разработки почвообрабатывающих машин и технологий их применения является выявление оптимальных диапазонов влажности эффективного воздействия рабочих органов в зависимости от характера использования обрабатываемых земель. Так, выявлено, что наибольшая эластичность почвы после выращивания овса наблюдается при влажности, равной 19,0 %, многолетнего культурного травостоя (клевера) – 22,0 %, естественного травостоя – 24,3 % соответственно. Изменение диапазонов

деформации почвы разного характера использования под влиянием влажности определяет требования к механизму воздействия посредством формирования оптимального сочетания агротехнических приемов и средств механизации, что позволит также повысить эффективность обработки почв за счет снижения энергоемкости данного процесса на который может приходиться более 40 % всех энергетических затрат при возделывании сельскохозяйственных культур.

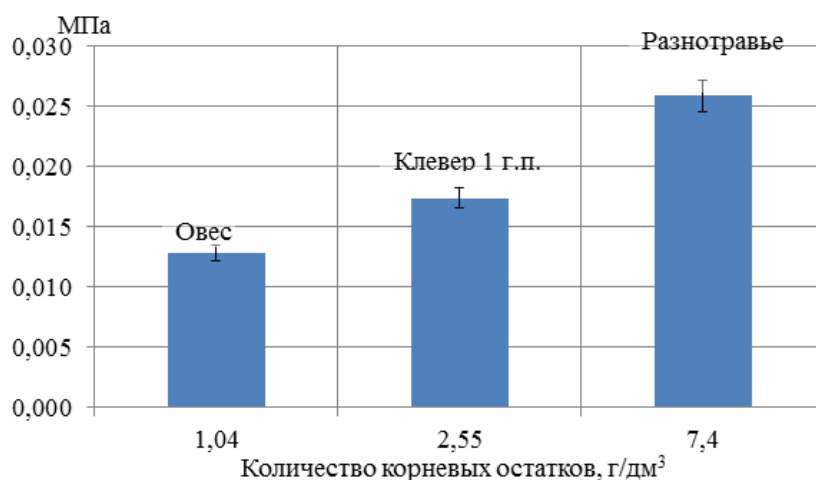


Рис. 6 – Влияние влажности почвы на изменение ее эластичности – клевер 1 г.п. (после уборки на семена)

Выводы

В результате комплексных исследований, выполненных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, была изучена эластичность почвы в зависимости от количества корневых остатков и влажности. Установлено, что эластичность почвы под естественным травостоем значительно выше в сравнении с ежегодно обрабатываемой пашней

и культурным травостоем, что обеспечивает расширение диапазона устойчивости к деформации при больших пределах влажности. Наибольшая эластичность почвы после выращивания овса наблюдается при влажности, равной 19,0 %, многолетнего культурного травостоя (клевера) – 22,0 %, естественного травостоя – 24,3 % соответственно.

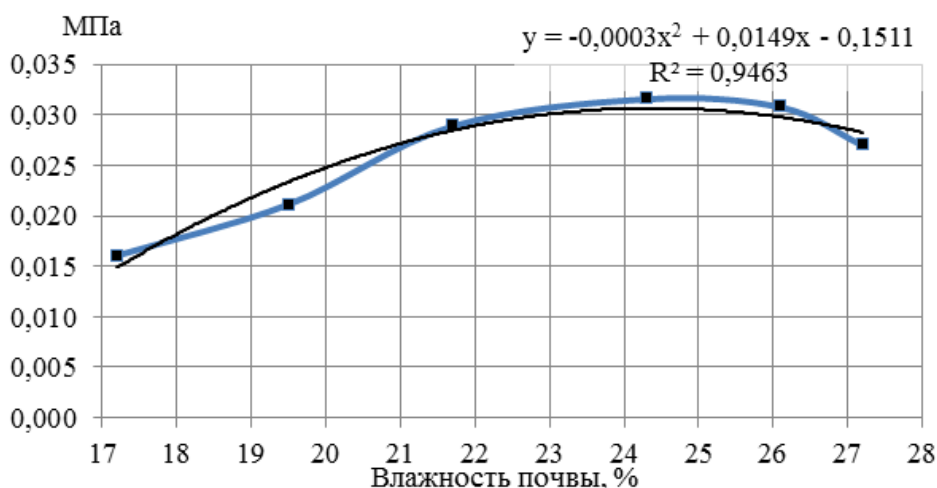


Рис. 7 – Влияние влажности почвы на изменение ее эластичности – луговое разнотравье (после скашивания)

Применение результатов данных по прочностным свойствам почвы ненарушенного строения в естественных условиях позволит создать базу данных, использование которой реализует возможность применение систем автоматизированного проектирования рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Список литературы

1. Koolen, A. J. Agricultural soil mechanics / A. J. Koolen, Kuipers H. Springer, 1983. 350 с.
2. Шеин, Е. В. Реологические свойства дерново-подзолистой почвы / Е. В. Шеин, Т. Н. Початкова, А. И. Холодков // Вестник Алтайского ГАУ. - 2016. - № 8. - С. 20-24.
3. Markgraf, W. An approach to rheometry in soil mechanics – Structural changes in bentonite, clayey

and silty soils / W. Markgraf, R. Horn, S. Peth // Soil and Tillage Research. - 2006. - Vol. 91 (1-2). P. 1-14.

4. Горячкин, В. П. Собрание сочинений. – М. : Колос, 1968. – Т.1. – 720 с.

5. Дьяков, В. П. О результатах исследований деформирования почвы рабочими органами машин и орудиями технологических комплексов // Вестник Курской ГСХА. - 2017. - № 8. - С. 42-46.

6. Дьяков, В. П. О природе сопротивления почвы механическим нагрузкам // Вестник Курской ГСХА. -2018. - № 8. - С. 184-189.

7. Дьяков, В. П. К вопросу нормирования механической нагрузки на почву // Вестник Курской ГСХА. -2018. - № 7. - С. 132-138.

8. Ахметшин, Т. Ф. Влияние геометрических параметров почвообрабатывающих деталей на сте-



пень деформации почвы // Известия Оренбургского ГАУ. - 2014. - №1. - С. 50-53.

9. Тухтакузиев А. Воздействие рабочих органов на почву в условиях свободного резания / А. Тухтакузиев, К. Б. Имомкулов // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2013. - №3. - С. 35-37.

10. Пат. 2230317 РФ Способ определения

прочностных свойств почв в полевых условиях и устройство для его осуществления / В. В. Сафонов, В. В. Голубев. - Заявка: 2002115822/12 от 17.06.2002. Оpubл. 10.06.2004.

11. ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. - М.: Стандартинформ, 2013. - 27 с.

THE STUDY OF SOIL STRENGTH CHARACTERISTICS

Aldoshin Nikolay V., doctor of technical sciences, professor, Russian state agrarian University-MTAA named after K. A. Timiryazev, naldoshin@yandex.ru

Vasilyev Aleksandr S., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Tver'State Agricultural Academy, vasilyevtgsha@mail.ru

Golubev Vyacheslav V., doctor of technical sciences, Associate Professor, Tver'State Agricultural Academy, slavasddg@mail.ru

One of the most important types of deformation, from the point of view of the development of modeling and design processes of working bodies of tillage machines, as well as evaluation of the mechanism and conditions of their application, is the study of soil flexural strength. The purpose of this work was to study soil flexural strength of an undisturbed structure for bending, depending on its moisture content and saturation with root residues. The research was carried out using methods developed in the Tver state agricultural Academy and a device for determining the strength of soil with undisturbed structure (RF patent 2230317). Various categories of agricultural land were selected for research on the basis of the Tver state agricultural Academy: 1. With stubble cover after the harvest of oats; 2. With cultural herbage-clover of the first year of use; 3. With a variety of natural herbage – hay. The soil of the experimental plots is sod-medium-podzolic residual-carbonate clay on the moraine, light-loamy in its granulometric composition. As a result of complex studies performed on sod-podzolic easy-loam soil, the soil flexural strength was studied depending on the number of root residues and humidity. It was found that the soil flexural strength under natural grass stands is significantly higher in comparison with well-cultivated arable land and cultivated grass stands, which provides an extension of the range of resistance to deformation at high humidity levels. The greatest soil flexural strength after growing oats is observed at a humidity equal to 19,0 %, long-term cultural herbage (clover) – 22,0 %, natural herbage – 24,3 %, respectively. Applying the results of data on the strength properties of the soil of an undisturbed structure in natural conditions will allow creating a database, the use of which implements the possibility of automated design of working bodies of soil-processing machines.

Key word: soil flexural strength, root residues, moisture content, arable land, cultivated grass, natural grass, soil processing machines.

Literatura

1. Koolen A.J., Kuipers H. Agricultural soil mechanics. Springer, 1983. 350 с.
2. SHein E.V., Pochatkova T.N., Holodkov A.I. Reologicheskie svoystva derno-podzolistoj pochvy // Vestnik Altajskogo GAU. 2016. №8. S. 20-24.
3. Markgraf W., Horn R., Peth S. An approach to rheometry in soil mechanics – Structural changes in bentonite, clayey and silty soils // Soil and Tillage Research. 2006. Vol. 91 (1-2). P. 1-14.
4. Goryachkin V.P. Sobranie sochinenij. – М.: Kolos, 1968. – Т.1. – 720 с.
5. D'yakov V.P. O rezul'tatah issledovanij deformirovaniya pochvy rabochimi organami mashin i orudiyami tekhnologicheskikh kompleksov // Vestnik Kurskoj GSKHA. 2017. №8. S. 42-46.
6. D'yakov V.P. O prirode soprotivleniya pochvy mekhanicheskim nagruzkam // Vestnik Kurskoj GSKHA. 2018. №8. S. 184-189.
7. D'yakov V.P. K voprosu normirovaniya mekhanicheskoy nagruzki na pochvu // Vestnik Kurskoj GSKHA. 2018. №7. S. 132-138.
8. Ahmetshin T.F. Vliyanie geometricheskikh parametrov pochvoobrabatyvayushchih detalej na stepen' deformacii pochvy // Izvestiya Orenburgskogo GAU. 2014. №1. S. 50-53.
9. Tuhtakuziev A., Imomkulov K.B. Vozdejstvie rabochih organov na pochvu v usloviyah svobodnogo rezaniya // Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii. 2013. №3. S. 35-37.
10. Pat. 2230317 RF Sposob opredeleniya prochnostnyh svoystv pochv v polevyh usloviyah i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya / V.V. Safonov, V.V. Golubev. Zayavka: 2002115822/12 ot 17.06.2002. Opubl. 10.06.2004.
11. GOST 20915-2011 Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Metody opredeleniya uslovij ispytaniy. – М.: Standartinform, 2013. – 27 с.



РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПОЧВЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКОВ ПОЛЕЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

БОГДАНЧИКОВ Илья Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, SMY62.rgatu@mail.ru

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО РГАТУ, university@rgatu.ru

ДРОЖЖИН Константин Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, drozhzhin.k@ryazanagrohim.ru

ОЛЕЙНИК Дмитрий Олегович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, oleynik_d_o@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

БЕРЕЗОВСКИЙ Егор Валерьевич, канд. с.-х. наук, руководитель направления «Точное земледелие» компании Amazon, Egor.Berezovskii@amazon.ru

В статье представлены результаты исследований по выявлению почвенных неоднородностей на опытном поле в УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанского района Рязанской области на основе мультиспектральных снимков, полученных при помощи квадрокоптера *dji phantom 4 pro* с дополнительной мультиспектральной камерой *Parrot Sequoia*. При сопоставлении результатов комплексного химического анализа почвы в различных частях поля по вариантам было выявлено, что содержание N, P, K и других элементов неравномерно. На варианте «Контроль» содержание азота уменьшалось с 11,91 мг/кг до 3,36 мг/кг при движении на северо-запад, а на варианте «Agrinos 1» увеличилось с 8,81 мг/кг до 19,08 мг/кг при движении в том же направлении. Мультиспектральные снимки позволили определить места некачественного внесения азотных удобрений, что является следствием неправильной настройки или неисправности разбрасывателя удобрений. На основе снимков с камеры *Parrot Sequoia* была получена модель рельефа опытного поля, которая показала наличие уклона в северо-западном направлении в 1,97° (3,45 %) и максимальный перепад высоты не более 10 метров. При обилии осадков наличие такого уклона способствовало «вымыванию» питательных элементов в местах склона, что привело к дефициту азота. Это же подтвердили результаты оценки вегетационного индекса NDVI – 0,3-0,4, показания «N-тестера» – 300-310 и визуальный осмотр. Также было установлено, что интенсивность разложения растительных остатков в почве с каждым годом повышается: на 10 % на контроле, и на 13-15 % на остальных вариантах. Исследования содержания хлорофилла в листьях растений при помощи прибора «N-тестер» и химический анализ почвы показали, что неразложившиеся в почве растительные остатки «оттягивают» на себя большую часть почвенного азота, что приводит к его недостатку в вегетирующих растениях.

Ключевые слова: незерновая часть урожая, солома, утилизация, удобрение, точное земледелие, мультиспектральная съёмка, почвенная неоднородность, БПЛА, вегетационный индекс.

Введение

В рамках выполнения НИР по заказу Минсельхоза РФ в 2018-2020 гг. на опытном поле УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ были заложены полевые опыты, направленные на исследование путей повышения эффективности утилизации незерновой части урожая (НЧУ) в качестве удобрения.

Известно, что НЧУ является побочной продукцией и по своим объёмам превышает даже основную – зерно, именно в ней накапливаются элементы, участвующие в формировании гумуса (известно, что на 1 тонну зерна приходится до 1,3 тонны соломы, в которой содержится азота – 11,05 кг; фосфора – 5,2 кг; калия – 16,9 кг.) [1-4]. Однако НЧУ имеет длительный период гумификации (разложения) в почве – в зависимости от почвенных условий, процесс может протекать в течение 3-5 лет. Разложение сопровождается гнилостными процессами с выделением фенольных

соединений, которые угнетают развитие последующих растений. Для ускорения процесса разложения перспективно использовать жидкие удобрения – деструкторы пожнивных остатков, поэтому в проводимых нами исследованиях применялись наиболее перспективные биологические препараты Agrinos 1, Стернифаг СП, Биоконкомплекс БТУ и гуминовый продукт Экорост. Данные препараты в виде рабочего раствора вносились в измельчённую растительную массу с помощью специально разработанной машины [1] и заделывались в почву на глубину до 20 см в течение 40 минут после обработки. Далее производился комплексный химический анализ почвы и мониторинг скорости разложения растительных остатков.

Получаемые данные свидетельствовали о некачественной неоднородности почвы, что отражается и на скорости разложения НЧУ.

Методика исследований

Активность целлюлозоразлагающих бактерий



в почве оценивалась по методу льняных полотен. Для этого полотном льняной ткани размерами 120х620 мм с двух сторон обтягивалась пластина и закапывалась в почву на глубину 300 мм. Предварительно каждое полотно взвешивалось, и ему присваивался индивидуальный номер.

$$I_o = \frac{m_n \cdot 100}{m_0},$$

где I_o – % (от первоначальной массы) не разложившегося полотна;

m_n – масса полотна льняной ткани n -ой (п)-борки, г;

m_0 – начальная масса полотна льняной ткани, г.

За всё время проведения опытов фиксировалась среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков.

При помощи беспилотного летательного аппарата с 4-мя роторами (расположены по его краям симметрично (quadcopter)) dji phantom 4 pro со стандартной камерой 20 MPi и дополнительной камерой Parrot Sequoia (включает в себя 4 мульти-спектральных сенсора: зелёный 530-570 нм, красный 640-680 нм, граница красного 730-740 нм и 16 MPi RGB для фотографий) с высоты 60-80 метров осуществляли аэрофотосъёмку для мониторинга развития растений. Обработка снимков проводилась в программе Agisoft Metashape Professional. Все полученные данные сопоставлялись с данными открытого ресурса Onesoil, которые формируются по спутниковым снимкам.

При помощи прибора «N-тестер» (рис. 1) проводили измерение содержания хлорофилла в листьях растений для определения потребности в азоте. Измерения производили по диагонали делянки по 30 измерений в каждой серии, не менее трех серий на вариант. Для участков, сильно выделяющихся по индексу вегетативной активности NDVI, измерения прибором «N-тестер» проводили отдельно [5].

Индекс вегетативной активности NDVI рассчитывался программой автоматически по выражению:

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}}, \quad (2)$$

где P_{NIR} – отражение в ближней инфракрасной области спектра,

P_{RED} – отражение в красной области спектра [11, 12, 13].

Для выравнивания почвенных неоднородностей в 2019 году направление опытных делянок были повернуты на 90° по отношению к прошлогоднему (рис. 2).

Для определения биологической урожайности полученной продукции по каждому варианту с 1 м² собирались 3 снопа:

$$y_6 = \frac{N_{п.с.} \cdot N_{з.к.} \cdot m_3}{1000}, \quad (3)$$

где $N_{п.с.}$ – число продуктивных стеблей на 1 м²;

$N_{з.к.}$ – среднее число зерен в колосе;

m_3 – масса 1000 зерен, гр.



Рис. 1 – Измерение количества хлорофилла в растении при помощи прибора «N-тестер» на яровом ячмене

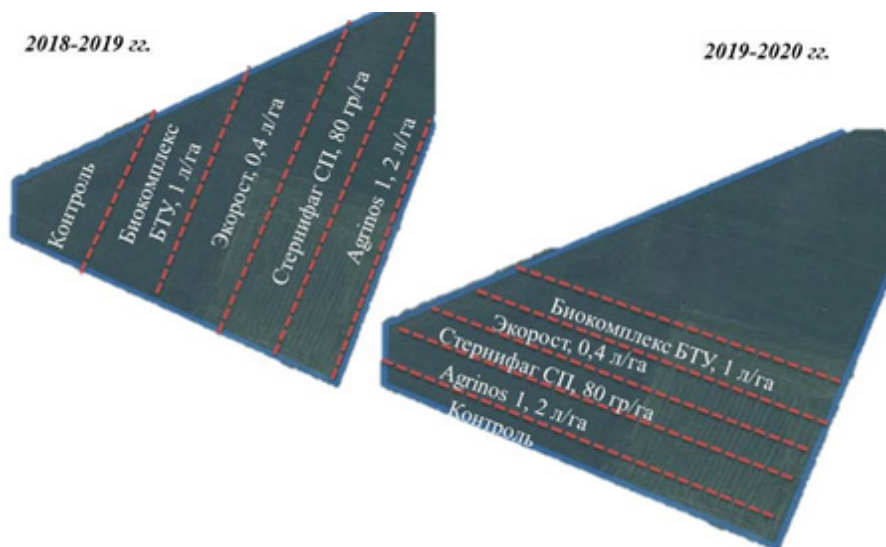


Рис. 2 – Схема полевого опыта в 2018-2019 гг. (слева) и в 2019-2020 гг. (справа)



Результаты

За 2018-2020 гг. на опытном поле провели 4 комплексных химических анализа почвы по каждому из вариантов. В таблице 1 представлены результаты анализа, выполненного 18 марта 2020 года.

Таблица 1 – Результаты комплексного химического анализа почвы, в зависимости от варианта опыта 18.03.2020 г. (пробы почвы в точках * – А1 и ** – Б1, рис. 3)

Варианты	Контроль	Agrinos-1	Стернифаг	Экорост	Биокомплекс БТУ
Показатели					
Кислотность (водородный показатель)	5.2 (5.1)*	5.2 (4.8)**	5.0	4.8	4.9
Оксид калия, мг/кг почвы	163 (160)*	127 (112)**	141	128	132
Оксид фосфора (V), мг/кг почвы	188 (165)*	154 (241)**	157	153	138
Соли азотной кислоты, содержащие однозарядный анион, мг/кг почвы	11.91 (3.36)*	8.81 (19.08)**	9.36	16.62	11.58
Органическое вещество, %	2.75 (2.63)*	2.53 (2.63)**	2.66	2.85	2.92
Микроэлементы					
Цинк, мг/кг почвы	1.00 (14.29)*	1.23 (30.71)**	0.77	0.92	0.62
Медь, мг/кг почвы	7.36 (6.67)*	7.67 (6.36)**	8.40	9.13	9.15
Бор, мг/кг почвы	0.75 (0.79)*	0.58 (0.71)**	0.55	0.52	0.75
Сера, мг/кг почвы	6.60 (3.30)*	6.60 (3.80)**	5.80	5.30	4.50

Из анализа данных таблицы 1 видно, что содержание, например, азота, фосфора и калия на контроле существенно выше, чем на варианте «Agrinos 1», тогда как интенсивность разложения НЧУ (табл. 2) выше именно на варианте «Agrinos 1».

В таблице 2 представлены средние значения по интенсивности разложения льняных полотен за период с августа 2019 по март 2020 г.

Таблица 2 – Интенсивность разложения льняных полотен за период август 2019 по март 2020 г., %, оставшийся от первоначальной массы

Пройдено суток	35	99	209
Вариант	осталось от первоначальной массы, %		
Контроль	93,1	89,6	82,5
Agrinos 1	92,4	85,0	65
Биокомплекс БТУ	91,3	86,4	76,9
Экорост	92,7	84,7	75,8
Стернифаг СП	92,2	76,0	67,6

В таблице 3 показана биологическая урожайность ячменя по вариантам, полученная в августе 2019 года (вариант опыта 2018-2019 гг.).

Таблица 3 – Показатели биологической урожайности по вариантам с обработкой пожнивных остатков различными биопрепаратами; яровой ячмень, сорт Владимир (21.08.2019 г.)

Варианты	Контроль	Agrinos-1	Стернифаг СП	Экорост	БТУ комплекс
Урожайность, ц/га	27,70	40,60	38,28	29,75	33,0

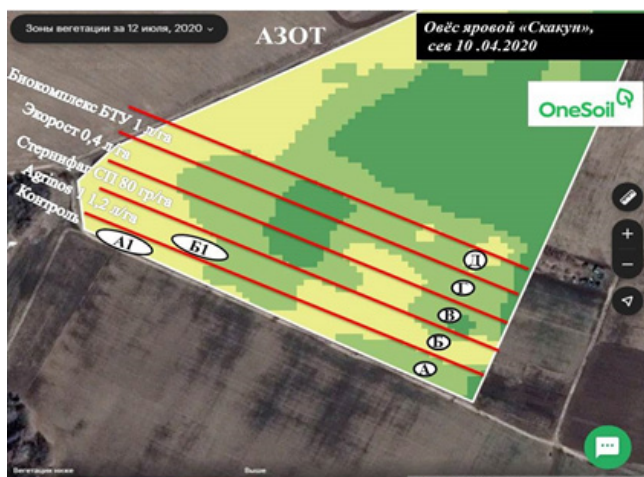


Рис. 3 – Почвенная неоднородность опытного поля по азоту (буквами обозначены места отбора проб почвы для комплексного агрохимического исследования).



На рисунке 4 представлен снимок опытного поля, полученный при помощи мультиспектральной камеры Parrot Sequoia на 58-е сутки развития всходов ярового овса. На снимке нанесены средние значения показателей прибора «N-тестер».

Новые методы экспресс-диагностики азотного питания, в частности, показания прибора «N-тестер», в опыте показывают более высокую корреляцию с урожайностью растений, чем методы определения NO_3 в почве. По данным таблицы

1 наблюдается отрицательная корреляция содержания NO_3 мг/кг почвы и урожайности. Это еще раз подтверждает многогранность процесса потребления азота почвой растением, наличие в почве различных подвижных форм азота, отличных от NO_3 , и большую сложность методики отбора проб почвы (требуется разноглубинный отбор), а также необходимость учета пестроты почвенного плодородия.

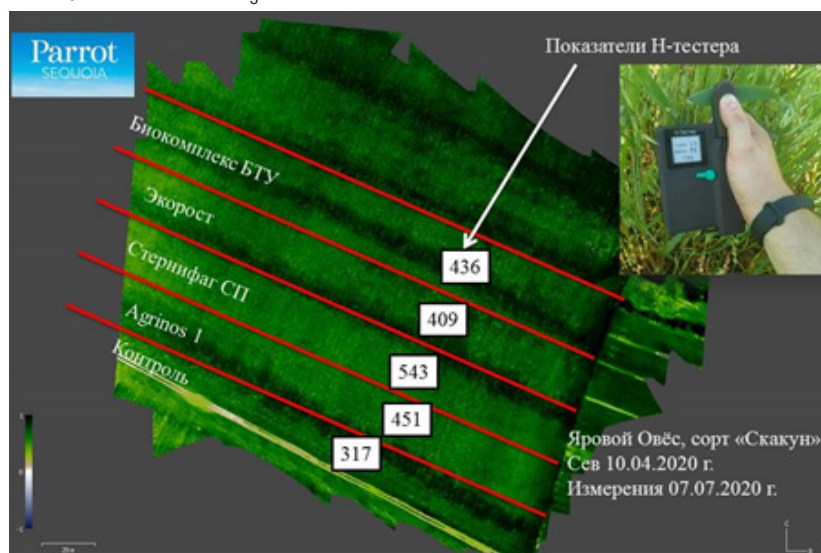


Рис. 4 – Развитие всходов ярового овса, сорт «Скаун» (изображение, полученное с мультиспектральной камеры Parrot sequoia), нормой считаются показания 500-550

Сопоставление данных таблицы 1 и рисунка 3 показывает сильное варьирование значений содержания азота в почве: так, например, на варианте «Контроль» – с 11,91 мг/кг до 3,36 мг/кг при движении от точки А к А1, а на варианте «Agrinos 1» – с 8,81 мг/кг до 19,08 мг/кг при движении от точки Б к Б1).

Отметим, что процесс разложения льняных полотно на второй год утилизации НЧУ в качестве удобрения с данными препаратами протекал на 10 % быстрее на контроле, а на остальных вариантах на 13-15 %.

На рисунке 4 видны тёмно-зелёные линии вдоль разделительных линий вариантов, что свидетельствуют о неравномерном внесении азотных удобрений; причиной может служить неправильная настройка или неисправность разбрасывателя.

Следует отметить, что увеличение влаги способствовало более интенсивному процессу разложения НЧУ [1], так как влага способствует распределению элементов биопрепаратов в почве. На рисунке 5 представлена модель рельефа опытного поля на основе мультиспектральных снимков с камеры Parrot Sequoia.

Сопоставив рисунки 3 и 5, можно увидеть, что поле имеет уклон (по направлению от точки А к А1) в 1,97° (3,45 %) с максимальным перепадом высоты не более 10 метров. Именно в местах уклона наблюдается дефицит азота, что продемонстрировали результаты химического анализа почвы, показатели вегетационного индекса NDVI – 0,3-0,4 и прибора «N-тестер» – 300-310. Визуальный осмотр также показал в местах уклона меньшую кустистость растений, очаги полегания.

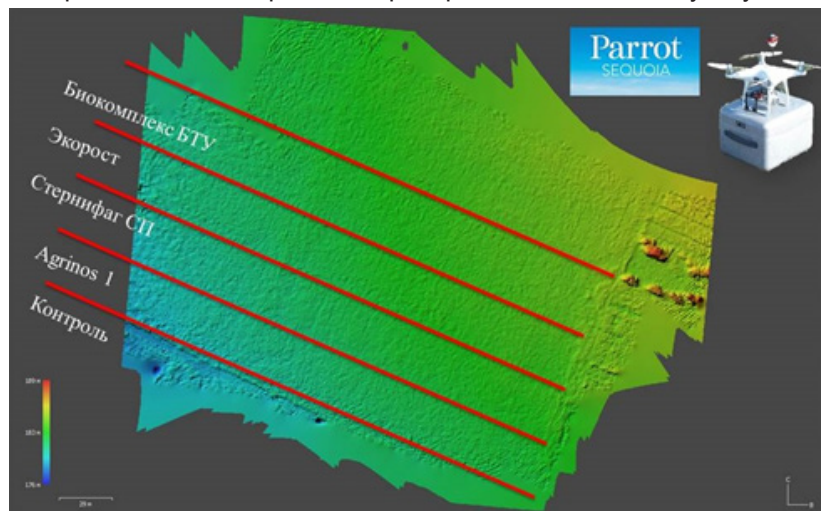


Рис. 5 – Модель рельефа опытного поля на основе мультиспектральных снимков с камеры Parrot Sequoia.



Выводы

В результате проведенных исследований было установлено, что почвенные неоднородности оказывают существенное влияние на распределение питательных элементов и, как следствие, на урожайность. Рельеф поля, в частности, незначительные уклоны, также влияет на распределение питательных элементов в почве, особенно это ощутимо при обилии влаги, когда вода, стекая по уклону, вымывает питательные элементы.

Интенсивность разложения НЧУ с каждым годом повышается, даже если не использовать биопрепараты для ускорения процесса. Полностью неразложившаяся в почве НЧУ «оттягивает» на себя большую часть почвенного азота, что приведёт к недостатку азота в растениях.

Для мониторинга почвенных неоднородностей необходим комплексный подход, который должен основываться на всех возможных источниках информации, т.е. как на мультиспектральных снимках полей со спутников и с беспилотных летательных аппаратов, так и на результатах замеров непосредственно «на земле». Такой подход позволит исключить ошибки, возникающие за счёт пестроты почвенного плодородия. Детектирование почвенных неоднородностей в рамках исследуемого поля позволяет обеспечить дифференцированное внесение удобрений, донося до растений именно те элементы питания, которые необходимы им для развития, и в нужном количестве.

RESULTS OF MONITORING SOIL INHOMOGENEITIES BASED ON MULTISPECTRAL FIELD IMAGERY WHEN USING NON-GRAIN CROP PART AS FERTILIZER

Bogdanchikov Ilya Yu., of Cand.Tech.Sci., associate professor of operation of the machine and tractor park, CMY62.rgatu@mail.ru

Byshov Nikolay V., Dr. Tech. sciences, professor, rector of FSBEI HE RSATU

Drozhdzhin N Konstantin N., edging. agricultural sciences, associate professor, associate professor of operation of the machine and tractor park

Oleynik Dmitry O., of Cand.Tech.Sci., associate professor, associate professor of the department of operation of the machine and tractor fleet

Ryazan state agrotechnical university named after P.A. Kostychev

Berezovskiy Egor V. of Cand. agricultural sciences, head of the direction "Accurate agriculture" of Amazone

In article results of researches on identification of soil not uniformity on the pilot field are presented to UNIC "Arotekhnopark" of FSBEI HE RSATU of Ryazansky district of the Ryazan region on the basis of the multispectral pictures received by means of the quadcopter dji phantom 4 pro with the additional multispectral Parrot Sequoia camera. When comparing the results of the complex chemical analysis of soil in different parts of the field according to the variants, it was found that the content of N, P, K and other elements is not uniform. In the "Control" version, the nitrogen content decreased from 11.91 mg/kg to 3.36 mg/kg when moving northwest, and in the "Agrinos 1" version increased from 8.81 mg/kg to 19.08 mg/kg when moving in the same direction. Multispectral images made it possible to determine the places of poor-quality application of nitrogen fertilizers, which is the result of incorrect configuration or malfunction of the fertilizer spreader. Based on images from the Parrot Sequoia camera, a model of the relief of the experimental field was obtained, which showed the presence of a slope in the northwest direction in the 1,97° (3.45%) and a maximum height difference of no more than 10 meters. With an abundance of precipitation, the presence of such a slope contributed to the "washing out" of nutrients at the sites of the slope, which led to a shortage of nitrogen. This was confirmed by the results of the assessment of the growing index NDVI - 0.3... 0.4, the readings of the "N-tester" - 300... 310 and visual examination. It was also found that the intensity of decomposition of plant residues in the soil increases every year, by 10% under control, and by 13-15% on other versions. Studies of the chlorophyll content in plant leaves using the N-tester device and chemical analysis of the soil showed that plant residues that were not deposited in the soil "pull" most of the soil nitrogen on themselves, which leads to its lack in vegetating plants.

Key words: non-grain part of crop, straw, utilization, fertilizer, accurate agriculture, multispectral survey, soil heterogeneity, UAV, growing index.

Список литературы

1. Результаты применения биопрепаратов в агрегате для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин, К. Н. Дрожжин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - № 2. - С. 81-86.

2. Сохранение баланса микроэлементов в почве - один из факторов повышения урожайности / В. Б. Любченко, С. В. Митрофанов, В. С. Никитин, Н. Б. Горохова // Инновации в АПК: стимулы и барьеры. - 2017. - С. 183-186.

3. Небытов, В. Г. Пространственное варьирование агрохимических свойств и урожая зерновых культур в условиях неоднородности почвенного покрова стационарных полевых опытов / В. Г. Небытов // Аграрная Россия. - 2016. - № 10. - С. 13-19.

4. Изотов, А. М. Диагностика неоднородностей почвенного покрова в полеводстве с помощью метода вертикального электродзондирования / А. М. Изотов, Б. А. Тарасенко, Д. П. Дударев // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. - 2016. - № 8 (171). - С. 34-41.

5. Фотометрическая диагностика азотного питания как фактор роботизации точного земледелия / Р. А. Афанасьев, А. И. Беленков, Е. В. Березовский, О. А. Щуклина // Нивы России. - 2016. - №6. - С. 68-71.



Literatura

1. Rezul'taty primeneniya biopreparatov v agregate dlya utilizatsii nezernovoy chasti urozhaya v kachestve udobreniya [Tekst] / I.YU. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin, K.N. Drozhzhin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. - 2019. - №2. - S. 81-86.
2. Sohranenie balansa mikroelementov v pochve - odin iz faktorov povysheniya urozhajnosti [Tekst] / V.B. Lyubchenko, S.V. Mitrofanov, V.S. Nikitin, N.B. Gorohova // Innovatsii v APK: stimuly i bar'ery. - 2017. - S. 183-186.
3. Nebytov V. G. Prostranstvennoe var'irovanie agrohimiicheskikh svoystv i urozhaya zernovykh kul'tur v usloviyakh neodnorodnosti pochvennogo pokrova stacionarnykh polevykh opytov / V. G. Nebytov // Agramaya Rossiya. - 2016. - № 10. - S. 13-19.
4. Izotov A.M. Diagnostika neodnorodnostej pochvennogo pokrova v polevodstve s pomoshch'yu metoda vertikal'nogo elektrozhondirovaniya / A.M. Izotov, B.A. Tarasenko, D.P. Dudarev // Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy. 2016. № 8 (171). S. 34-41.
5. Afanas'ev R.A., Fotometricheskaya diagnostika azotnogo pitaniya kak faktor robotizatsii tochnogo zemledeliya / R.A. Afanas'ev, A.I. Belenkov, E.V. Berezovskij, O.A. SHCHuklina // Nivy Rossii. - 2016. - №6. - S. 68-71.



УДК 638.171

DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ: ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

БЫШОВ Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, university@rgatu.ru

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент кафедры электроснабжения, kadm76@mail.ru

ПАВЛОВ Виктор Вячеславович, аспирант кафедры электроснабжения, vikp76@mail.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье приведены описание и результаты многофакторного эксперимента, устанавливающего влияние интенсивности перемешивания, времени перемешивания и гранулометрического состава основного загрязнителя воскового сырья – перга на степень ее разрушения в воде при интенсивном перемешивании. При оптимальном сочетании исследуемых факторов критерий оптимизации – величина осадка, состоящего из частиц, не растворившихся при перемешивании, – достигает минимального значения 0,58 %. Оптимум находится на границе факторного пространства (при соответствующих значениях факторов $1,9 \cdot 10^4$ Вт/м³; 600 с; 1,75 мм), что соответствует физической сущности исследуемого процесса. Процент нерастворенного осадка стремится к минимальному значению при увеличении интенсивности перемешивания от нижнего уровня к верхнему, а также при увеличении времени перемешивания до 7-7,5 минут, по истечении которых перга полностью распадается до отдельных пылевых зерен, а в осадке остаются не растворимые в воде компоненты – восковые чешуйки, обрывки коконов и органических оболочек. Уменьшение начального среднего размера растворяемых частиц также способствует интенсификации процесса растворения. Критерий оптимизации закономерно уменьшается при изменении размера фракции от целых перговых гранул до фракции 1,75 мм. Результаты лабораторного исследования показали, что все факторы, участвующие в эксперименте (интенсивность, время перемешивания и начальный гранулометрический состав материала), значимо влияют на исследуемый процесс, адекватно описываемый экспоненциальной моделью. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании перемешивающих аппаратов, в частности, устройств для очистки воскового сырья, а также расчета основных технологических показателей их работы.

Ключевые слова: восковое сырье, воск, перга, очистка, перемешивание, диспергирование, растворение.

Введение

Важнейший критерий качества пчелиного воска – его сорт – определяется такими количественными и качественными характеристиками, как цвет, твердость, температура плавления, влажность,

содержание посторонних примесей и др. [1, 2]. Все эти показатели напрямую связаны как с условиями производства воска на пасеках, так и с качеством самого воскового сырья, к которому относится сушь выбракованных сотов, а также вос-



ковый ворох, полученный при извлечении перги посредством механизированных технологий [3-6]. Загрязненность сырья пергой и другими примесями существенно снижает упомянутые выше показатели, а кроме того, уменьшает количественный выход воска при перетопке [2, 7, 8, 9]. Предлагаемые нами технологии и технические средства предварительной очистки воскового сырья от загрязнений были опубликованы ранее [10-13]. Их разработке и материальному воплощению предшествовал ряд теоретических и экспериментальных исследований, часть из которых направлена на изучение физико-механических, теплофизических и гигроскопических свойств воскового сырья и содержащихся в нем загрязняющих компонентов [8, 14]. Целью настоящего исследования является изучение способности перги, как основного загрязняющего компонента воскового сырья, к растворению в воде при интенсивном механическом перемешивании в емкости, оборудованной лопастной мешалкой с электроприводом. При планировании многофакторного эксперимента был произведен отбор интересующих технологических и физико-механических факторов, влияние которых на критерий оптимизации предстояло определить. Это: 1) интенсивность перемешивания; 2) продолжительность перемешивания; 3) первоначальный гранулометрический состав растворяемого материала (перги). Критерием оптимизации являлся процент не растворившихся примесей от их начальной массы в пересчете на сухое вещество. Поскольку в данном случае относительное количество не растворившегося материала является мерой его диспергирования в воде, критерий оптимизации – процент не растворившихся примесей – должен быть минимизирован в процессе анализа результатов.

Материалы и методы исследования

Для проведения лабораторного исследования была изготовлена лабораторная установка, конструкция которой подробно описана в источнике [1]. Установка позволяет плавно регулировать частоту вращения рабочего вала с мешалкой, фиксировать значение величины оборотов при помощи измерительных приборов, а также измерять потребляемую электроприводом мощность.

Уровни варьирования факторами и их интер-

валы определялись путем проведения предварительных однофакторных экспериментов. Варьирование фактором «интенсивность перемешивания» определялась с помощью ранее установленной эмпирической зависимости, приведенной в источнике [1]. Там же дано описание лабораторной установки для изучения процессов растворения твердых тел в воде и приведены геометрические параметры аппарата с мешалкой. Установлено, что перемешивание перги в воде при частоте вращения мешалки менее 400 об/мин способствует неполному смачиванию частиц перги водой. Более мелкие из них остаются на поверхности воды в процессе перемешивания. Не стоит также увеличивать частоту вращения мешалки выше 2000 об/мин, так как эффективность растворения от этого не увеличивается, а затраты энергии возрастают. Указанным граничным значениям оборотов мешалки соответствуют значения интенсивности 270 и 18770 Вт/м³ для перемешивающего устройства с заданными геометрическими параметрами [1].

Верхний уровень фактора «время перемешивания» ограничен 10 мин. Целесообразность данного ограничения следует из результатов предварительных исследований.

Экспериментальное исследование проводили следующим способом. Пергу с относительной влажностью 14-15 %, добытую из пчелиных сотов с использованием механизированной технологии [4, 7, 10, 12], выдерживали в морозильной камере в течение трех-четырех часов, затем измельчали в штифтовом измельчителе. Измельченную массу фракционировали при помощи ситового отсева, собранного из трех сит с отверстиями диаметром 1 мм, 3 мм и 4,5 мм. Так были получены три фракции, средний гранулометрический состав которых соответственно равнялся 5,75 мм (не разрушенные гранулы); 3,75 мм (на среднем сите); 1,75 мм (на нижнем сите). Данные значения соответствуют трем уровням фактора «начальный гранулометрический состав».

Фракционированный материал запечатывали в герметичные полипропиленовые пакеты, которые хранили при комнатной температуре.

Уровни и интервалы варьирования трех исследуемых факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования

Фактор	Обозн	Ед. изм.	Уровни варьирования			Интервал
			нижний(-1)	нулевой (0)	верхний (+1)	
Интенсивность перемешивания	I	Вт/м ³	270	9520	18770	9250
Время перемешивания	t	с	60	330	600	270
Начальный гранулометрич.состав	d	мм	1,75	3,75	5,75	2

Эксперимент проводили при температуре +20...+23 °С. Ранее нами установлено, что при температурах менее +15...+18 °С растворение происходит существенно медленнее, а при температурах, близких к 30 °С и выше восковое сырье приобретает пластические свойства, что затрудняет его очистку [3, 11, 12, 14]. Поэтому выход за

обозначенный диапазон температур не представляет интереса в данном исследовании.

Непосредственно перед экспериментом пакеты с пергой распечатывали, формировали навески по 0,02 кг ± 10 %, которые погружали в рабочую камеру перемешивающего устройства, наполненную водой. Затем включали электродвигатель и регу-



лированием питающего напряжения посредством ЛАТРа устанавливали требуемые обороты мешалки. По истечении времени, установленного в соответствии с планом эксперимента, установку отключали. Не растворившиеся частицы примесей отфильтровывали на сите с ячейками размером 0,5×0,5 мм. Осадок перги, не прошедший через сито, смывали холодной водой в другую емкость, затем данную водяную смесь отфильтровывали вакуумным способом на обеззоленных фильтрах [1] с использованием колбы Бунзена и воронки Бюхнера (DIN 12905-1980 Porcelain laboratory ware; Buechner funnels and Hirsch funnels).

Критерий оптимизации, за который принят процент нерастворенного осадка, определяли по формуле:

$$C = \frac{M_o}{M_n} \cdot \left(1 - \frac{W}{100}\right)^{-1} \cdot 100, \quad (1)$$

где C – процент нерастворенного осадка, %;

M_o – масса нерастворенного сухого осадка,

кг;

M_n – начальная масса навески, кг;

W – начальная влажность навески, %;

$1 - W/100$ – пересчет на сухое вещество.

Повторность каждого опыта была трехкратной.

Результаты и их анализ

Результатом проведенного исследования и статистической обработки экспериментальных данных является уравнение регрессии, устанавливающее влияние интенсивности перемешивания, времени перемешивания и начального гранулометрического состава перги на критерий оптимизации, в качестве которого принят процент нерас-

творенного осадка в пересчете на сухое вещество:

$$C(I, t, d) = 3.05 \cdot e^{0.58 \cdot d - 2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot t + 7.59 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot d - 4.49 \cdot 10^{-4} \cdot t \cdot d} \quad (2)$$

где C – процент нерастворенного осадка, %;

I – интенсивность перемешивания, Вт/м³;

t – продолжительность перемешивания, с;

d – исходный гранулометрический состав, мм.

Проверка значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента на уровне $\alpha = 0,1$ подтверждает значимость всех исследуемых факторов. Незначимыми оказались линейные эффекты при факторах I и t , а также квадратичные эффекты I_2 , t_2 , d_2 . Проверка адекватности модели по критерию Фишера на уровне $\alpha = 0,05$ свидетельствует о том, что модель адекватна на данном уровне значимости.

Оптимизацию полученной эмпирической зависимости (2) проводили в среде Mathcad, ее результаты следующие:

$$C_{\min}(I, t, d) = C(18770, 600, 1.75) = 0.58\%$$

Таким образом, оптимальное (минимальное) значение критерия оптимизации находится на границе области варьирования факторами.

На рисунках 1, 2 представлены графические зависимости, построенные при фиксировании одного из трех факторов.

При значении начального гранулометрического состава растворяемой перги $d = 6$ мм (целые гранулы) уравнение (2) примет вид:

$$C(I, t, d) = 99 \cdot e^{45.54 \cdot 10^{-7} \cdot I - 26.94 \cdot 10^{-4} \cdot t - 2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot t} \quad (3)$$

График уравнения (3) представлен на рисунке 1.

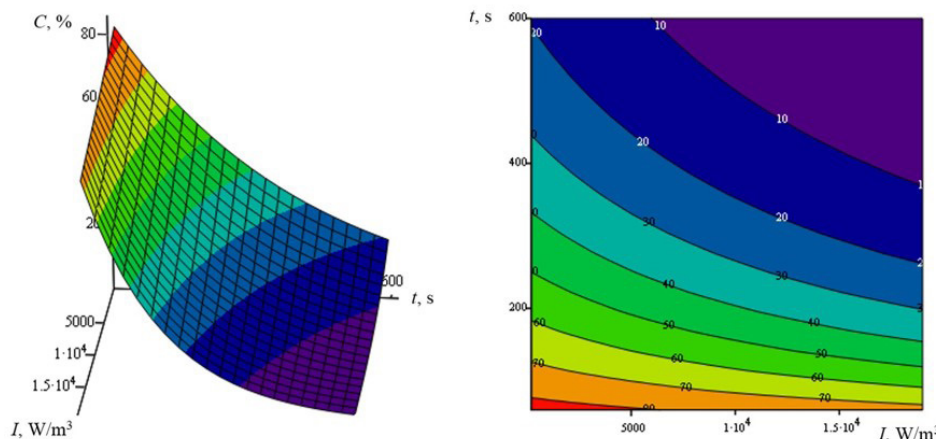


Рис. 1 – Зависимость процента нерастворившегося осадка от интенсивности и времени перемешивания при значении начального гранулометрического состава растворяемой перги $d = 6$ мм (целые гранулы)

При значении интенсивности перемешивания $I = 104$ Вт/м³ уравнение (2) примет вид:

$$C(10^4, t, d) = 3.05 \cdot e^{0.58759 \cdot d - 2 \cdot 10^{-3} \cdot t - 4.49 \cdot 10^{-4} \cdot t \cdot d} \quad (4)$$

График уравнения (4) представлен на рисунке 2.

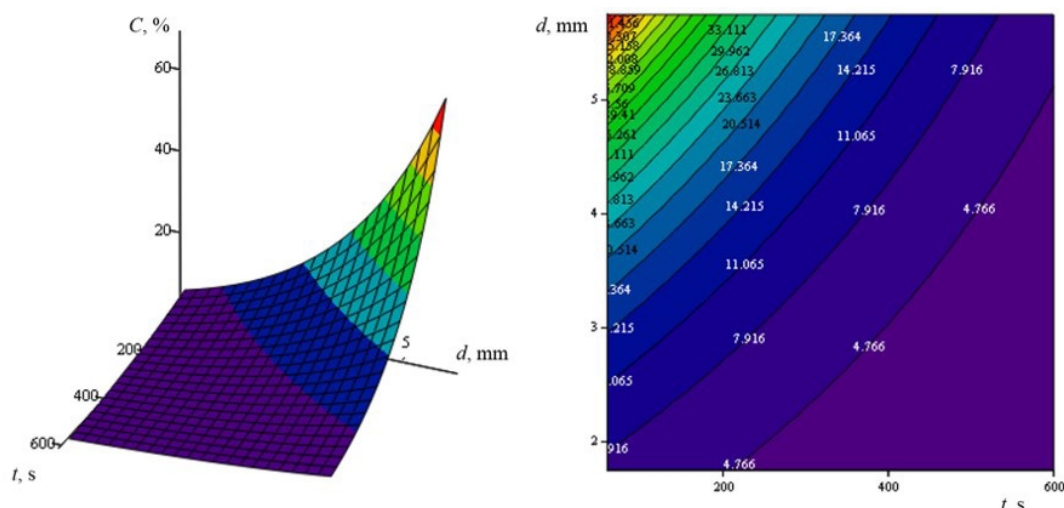


Рис. 2 – Зависимость процента нерастворившегося осадка от времени перемешивания и начального гранулометрического состава растворяемой перги при интенсивности перемешивания $I = 104 \text{ Вт/м}^3$

Результаты, полученные при проведении лабораторного эксперимента, в целом подтверждают данные теоретического моделирования. При оптимальном сочетании исследуемых факторов критерий оптимизации – процент осадка, состоящего из частиц, не растворившихся при перемешивании, – достигает минимального значения 0,58 %. Как и ожидалось, оптимум находится на границе факторного пространства, что соответствует физической сущности исследуемого процесса. Процент нерастворенного осадка стремится к минимальному значению при увеличении интенсивности перемешивания от нижнего уровня к верхнему, а также при увеличении времени перемешивания до 7-7,5 минут, по истечении которых (при оптимальных значениях остальных факторов) перга полностью распадается до отдельных пылевых зерен, а в осадке остаются нерастворимые в воде компоненты – восковые чешуйки, обрывки коконов и органических оболочек (рисунки 1,2). Уменьшение начального среднего размера растворяемых частиц также способствует интенсификации процесса растворения (рис. 2). Критерий оптимизации закономерно уменьшается при изменении размера фракции от целых перговых гранул до фракции 1,75 мм.

Заключение

Результаты лабораторного исследования показали, что все факторы, участвующие в эксперименте (интенсивность, время перемешивания и начальный гранулометрический состав материала), значимо влияют на исследуемый процесс. Исследуемый процесс адекватно описывается экспоненциальной моделью. Критерий оптимизации – процент не растворившегося осадка – принимает минимальное значение, равное 0,58 %, на границе исследуемого факторного пространства при соответствующих значениях факторов $1,9 \cdot 104 \text{ Вт/м}^3$; 600 с; 1,75 мм, что соответствует физической сущности исследуемого процесса. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании перемешивающих аппаратов, в частности, устройств для очистки воскового сырья

[10, 12], а также расчета основных технологических показателей их работы.

Список литературы

1. 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.
2. Бышов, Н. В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. - № 6. - С. 134-138.
3. Харитонов, М. Н. Качество перги, стабилизированной разными способами, в процессе ее хранения / М. Н. Харитонов, Д. Е. Каширин // Инновационные технологии в пчеловодстве : материалы научно-практической конференции / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования специалистов "Академия пчеловодства". - 2006. - С. 195-197.
4. Каширин, Д. Е. Обоснование параметров установки для извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 11. - С. 26-27.
5. Пат. № 2297763 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин. – Заявл. 05.12.2005; опубл. 27.04.2007, бюл. № 12. – 4с.
6. 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.
7. Каширин, Д. Е. Способ и устройство для извлечения перги / Д. Е. Каширин // Вестник саратовского государственного университета им. Н.И.Вавилова. - 2010. - № 5. - С. 34-36.
8. Каширин, Д. Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д. Е. Каширин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горюхина. – 2010. – № 1 (40). – С. 24–27.



9. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, Н. В. Ермаченков, В. В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2015. - № 8. - С. 155-159.

10. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5 с.

11. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д. Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5 с.

12. Каширин, Д. Е. К вопросу отделения перги из измельчённой воскоперговой массы / Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного

аграрного университета. - 2010. - № 1. - С. 138-140.

13. Каширин, Д. Е. Энергосберегающая установка для сушки перги в сотах / Д. Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 10. - С. 24-25.

14. Каширин, Д. Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д. Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

TO THE QUESTION OF CLEANING WAX RAW MATERIALS: LABORATORY STUDY OF ORGANIC CONTAMINATION DISPERSION PROCESS

Byshov Dmitrij N., candidate of technical sciences, Associate Professor, university@rgatu.ru

Kashirin Dmitrij E., doctor of technical sciences, Associate Professor, kadm76@mail.ru

Pavlov Viktor V., graduate student, vikp76@mail.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The article describes and results of a multivariate experiment, which establishes the influence of mixing intensity, mixing time and particle size distribution of the main pollutant of wax raw materials – bee bread, on the degree of its destruction in water with vigorous stirring. With an optimal combination of the studied factors, the optimization criterion – the percentage of sediment consisting of particles that did not dissolve with stirring – reaches a minimum value of 0.58 %. The optimum is located at the boundary of the factor space (with corresponding factor values of $1.9 \cdot 10^4$ W/m³; 600 s; 1.75 mm), which corresponds to the physical nature of the process under study. The percentage of insoluble sediment tends to a minimum value with an increase in the mixing intensity from the lower to the upper level, as well as with an increase in the mixing time to 7-7.5 minutes, after which the beebread completely disintegrates into individual pollen grains, and water-insoluble components remain in the sediment - wax flakes, scraps of cocoons and organic shells. Reducing the initial average size of the soluble particles also contributes to the intensification of the dissolution process. The optimization criterion naturally decreases with a change in the size of the fraction from whole feather beads to a fraction of 1.75 mm. The results of a laboratory study showed that all factors involved in the experiment (intensity, mixing time and initial particle size distribution of the material) significantly affect the process under study, which is adequately described by the exponential model. The research results can be used in the design of mixing devices, in particular devices for cleaning wax materials, as well as the calculation of the main technological indicators of their work.

Key words: wax raw material, wax, bee bread, cleaning, mixing, dispersing, dissolving.

Literatura

1. Byshov D.N., Kashirin D.E., Pavlov V.V. K voprosu mekhanizacii ochistki voskovogo syr'ya // *Prodovol'stvennaya bezopasnost': ot zavisimosti k samostoyatel'nosti: sb. mat-lov Vseros. nauch.-prakt. konf. - Orel, 2017. - S. 45-48.*

2. Byshov N.V. Obosnovanie racional'nyh parametrov izmel'chitelya pergovyh sotov / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2012. №6. - S. 134-138.*

3. Haritonova M.N. Kachestvo pergi, stabilizirovannoy raznymi sposobami, v processe ee hraneniya / M.N. Haritonova, D.E. Kashirin // *V sbornike: Innovacionnye tekhnologii v pchelovodstve Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii; Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya specialistov "Akademiya pchelovodstva". - 2006. - S. 195-197.*

4. Kashirin D.E. Obosnovanie parametrov ustanovki dlya izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin // *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 2009. - № 11. - S. 26-27.*

5. Pat. № 2297763 RF. Sposob izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin. – Заявл. 05.12.2005; опубл. 27.04.2007, бул. № 12. – 4 с.

6. Kashirin D.E. Issledovanie massy i geometricheskikh parametrov pergi i pergovyh sotov / D.E. Kashirin // *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 5. - S. 152-154.*

7. Kashirin D.E. Sposob i ustrojstvo dlya izvlecheniya pergi / D.E. Kashirin // *Vestnik saratovskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.I. Vavilova. - 2010. - № 5. - S. 34-36.*

8. Kashirin D.E. Issledovanie rabocheho processa izmel'chitelya pergovyh sotov / D.E. Kashirin // *Vestnik FGOU VPO MGAU imeni V.P. Goryachkina. - 2010. - №1 (40). - S.24-27.*



9. Byshov D.N. Issledovanie rabocheho processa izmel'chitelya pergovyh sotov / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, N.V. Ermachenkov, V.V. Pavlov // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - № 8. - S. 155-159.

10. Pat. № 2360407 RF. MPK A01K 59/00. Sposob izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin. - Zayavl. 02.04.2008; opubl. 10.07.2009, byul. № 19. - 5s.

11. Pat. № 2275563 RF. F26B 21/04. Ustanovka dlya sushki pergi v sotah / D.E. Kashirin. - Zayavl. 29.11.2004; opubl. 27.04.2006, byul. № 12. - 5s.

12. Kashirin D.E. K voprosu otdeleniya pergi iz izmel'chyonnoy voskopergovoy massy / D.E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 1. - S. 138-140.

13. Kashirin D.E. Energoberegayushchaya ustanovka dlya sushki pergi v sotah / D.E. Kashirin // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. - 2009. - № 10. - S. 24-25.

14. Kashirin D.E. Uovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa otdeleniya pergi ot voskovykh chastic / D.E. Kashirin // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina. - 2009. - № 4. - S. 24-26.



УДК 638.171

DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ: МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

БЫШОВ Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, university@rgatu.ru

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент кафедры электроснабжения, kadm76@mail.ru

ПАВЛОВ Виктор Вячеславович, аспирант кафедры электроснабжения, vikr76@mail.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье приведено теоретическое обоснование параметров процесса влажной очистки воскового сырья от его основного загрязняющего компонента – перги путем ее растворения при интенсивном механическом перемешивании измельченных пчелиных сотов в воде. В основу построения модели легли идеи новейшей пленочнопенетрационной теории, основанной на предположении о существовании на поверхности твердого тела, растворяющегося в жидкой среде, пограничного слоя, через который осуществляется процесс переноса частиц твердой фазы в объем жидкости. При этом скорость массообмена прямо пропорциональна энергии, затрачиваемой на принудительное перемешивание рассматриваемой системы. Результаты численного моделирования показали, что степень диспергирования монотонно возрастает при увеличении интенсивности перемешивания. Теоретически установлено, что при увеличении интенсивности перемешивания значительно сокращается время полного растворения. Так, при перемешивании с интенсивностью 104 Вт/м^3 для полного растворения перги (достижение остаточной концентрации нерастворенных компонентов менее 3%) требуется более 10 минут. При перемешивании с интенсивностью $2 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^3$ полное растворение достигается за время 400-600 с. При изменении интенсивности перемешивания в диапазоне от 0 до 2000 Вт/м^3 наблюдается максимальный темп увеличения массоотдачи, который замедляется при дальнейшем повышении интенсивности перемешивания. Перемешивание с интенсивностью более $1,5 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^3$ не оказывает заметного влияния на увеличение скорости диспергирования. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании перемешивающих аппаратов, в частности, устройств для очистки воскового сырья, а также для расчета основных технологических показателей их работы.

Ключевые слова: восковое сырье, воск, перга, очистка, перемешивание, диспергирование, растворение.

Введение

Технология производства пчелиного воска в пасечных или заводских условиях предполагает обязательную тепловую переработку воскового сырья, которая осуществляется сухим или влажным способом, при этом сырье нагревается выше температуры плавления воска [1, 2]. Наличие в сотах перги, прополиса и других включений не толь-

ко загрязняет вытапливаемый воск, существенно снижая его качество, но и уменьшает его количественный выход, так как свободно стекающий воск впитывается загрязнениями и переходит в связанное состояние [3-7]. Все известные в настоящее время способы очистки воска от примесей основаны преимущественно на обработке готового воска после его получения. Сюда относится,



например, отстаивание расплавленного воска над поверхностью горячей воды в течение длительного времени. Применяют также отбеливание воска, однако отбеленный воск является несортным, техническим воском. Прессовой воск, полученный при прессовании разваренного вторичного воскового сырья – вытопок и мервы, как правило, сильно загрязнен и также является некондиционным, низкачественным воском [2]. Повысить качество и выход товарного воска представляется возможным путем очистки воскового сырья перед его тепловой переработкой, то есть до перетопки необходимо удалить из сотов испорченную пергу и другие загрязнения [1, 2, 8]. Перга в значительном количестве может присутствовать как в целых сотах, так и в восковом ворохе, полученном в результате ее извлечения из сотов посредством механизированных технологий и средств [9-11]. В связи с вышесказанным, целью данного исследования является обоснование параметров процесса водной очистки воскового сырья от перги [1, 12-17]. Для достижения поставленной цели необходима разработка математического аппарата, позволяющего, с учетом принятых ограничений и допущений, оценить время, требуемое для диспергирования твердых органических загрязнений заданного granulometricheskogo состава в воде при механическом перемешивании в турбулентном режиме.

Краткие теоретические сведения о процессе диспергирования

Ряд исследователей, изучающих явления, происходящие при растворении твердых частиц в жидкости, пришли к необходимости введения понятия «пограничного слоя», существующего на поверхности растворяемой частицы и являющегося областью массообмена (Аксельруд Г.А., Молчанов А.Д. Растворение твердых веществ. М., 1977; Плановский А.Н. Общие вопросы тепло- и массообмена. Минск, 1966; Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. Л. 1975). В его пределах различают скоростной слой и диффузионный слой. Соотношение толщин этих слоев описывается уравнениями Гельмгольца (Аксельруд Г.А., и др.). При больших числах Рейнольдса конвекция преобладает над диффузией, при этом толщины выше упомянутых слоев соизмеримы. Для малых скоростей обтекания толщина скоростного (конвекционного) слоя превосходит толщину диффузионного слоя, и роль диффузии в процессе диспергирования начинает преобладать над конвекцией. Данный случай проиллюстрирован рисунком 1, из которого видно, что значение толщины диффузионного слоя составляет 0,1-0,2 от общей толщины пограничного слоя. Данное явление наблюдается при небольших значениях числа Рейнольдса ($Re \sim 102-103$).

Предположим, что процесс массоотдачи происходит одинаково во всех направлениях. Тогда математическую модель процесса растворения твердого тела в жидкости можно описать в виде модели одномерной диффузии.

Основные допущения, сделанные при построении математической модели диспергирования:

1) процесс массообмена происходит вдоль нормали к поверхности растворяемой частицы;

2) в отсутствии потока, омывающего частицу (скорость потока равна нулю) отделяющаяся пыльца не покидает ее границ, а группируется вокруг частицы;

3) процесс отделения (диффузионного переноса) пылицы от частицы, находящейся в потоке жидкости, описывается уравнением Фика (Аксель-

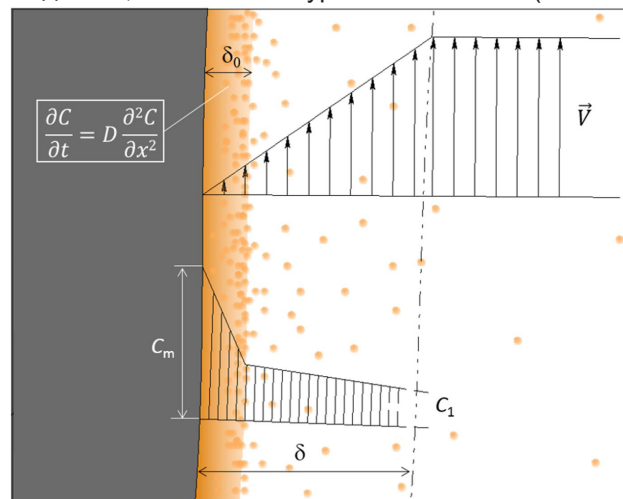


Рис. 1 – Пограничный слой на поверхности твердой частицы, растворяемой в потоке жидкости (пунктиром обозначена условная граница пограничного слоя толщиной δ , состоящего из диффузионного слоя толщиной δ_0 и конвекционного слоя толщиной $\delta - \delta_0$)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где C – концентрация;

D – коэффициент диффузии;

t – время;

x – координата;

4) движение частиц отделяемой пылицы в объеме жидкости сравнимо с броуновским движением. Таким образом, для определения коэффициента диффузии D воспользуемся формулой Эйнштейна:

$$D_A = \frac{k_b \cdot T}{3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d_r}, \quad (2)$$

где k_b – постоянная Больцмана, Дж/К;

T – температура воды, К;

η – динамическая вязкость, Па·с;

d_r – характерный размер частицы диффундирующего компонента, м;

5) толщина пограничного слоя может быть оценена выражением:

$$\delta = \sqrt{\frac{\eta \cdot L}{\rho \cdot V}};$$

при данном описании толщина пограничного слоя является функцией от геометрических раз-



меров частиц (L), плотности жидкости (ρ), вязкости жидкости (η), и скорости (V) омывающего потока. Увеличение скорости омывающего потока влечет уменьшение толщины пограничного слоя. Чем меньше толщина пограничного слоя, тем интенсивнее процесс массоотдачи;

б) скорость потока жидкости, омывающей частицу, зависит от мощности, затрачиваемой на перемешивание. Чем больше мощность, тем больше скорость, а соответственно, тоньше пограничный слой и интенсивнее процесс растворения.

Материалы и методы исследования

Рассмотрим одномерное уравнение диффузии, описывающее распределение (диффузию или диспергирование) частиц пылицы $C(x,t)$ во времени и пространстве:

$$\begin{cases} \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, & 0 < x < l, \quad t > 0 \\ \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, & t > 0 \\ -D \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=l} = k(C|_{x=l} - C_1), & t > 0 \\ C|_{t=0} = C_0(x), & 0 < x < l \end{cases} \quad (3)$$

Перед решением поставленной задачи перейдем от концентрации C , которая выражается либо в массовых (кг/м^3), либо в объемных единицах, к относительной (безразмерной) концентрации:

$$U = \frac{C - C_1}{C_m - C_1} \quad (4)$$

где C – остаточная концентрация (искомая величина);

C_1 – концентрация зерен пылицы в ядре жидкости (учитывая, что масса жидкости много больше массы пылицы в растворе, будем считать эту величину постоянной и равной нулю);

C_m – максимальная концентрация зерен пылицы в частице перги (концентрация насыщения).

Тогда получаем видоизмененную краевую задачу (обозначение неизвестной величины не изменено):

$$\begin{cases} \frac{\partial U}{\partial t} = D \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, & 0 < x < l, \quad t > 0 \\ \left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, & t > 0 \\ -D \left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=l} = kU|_{x=l}, & t > 0 \\ U|_{t=0} = U_0(x), & 0 < x < l \end{cases} \quad (5)$$

где l – длина, на протяжении которой наблюдается диффузия, точнее – где диффузия преобладает над конвекцией.

Данный подход оправдан, поскольку в про-

димом исследовании важны не абсолютные величины изменения остаточной концентрации, а относительные.

Линейность исходной краевой задачи приводит к тому, что общее решение ее представимо в виде ряда

$$U(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cdot e^{-\lambda_k^2 D t} \cdot \cos \lambda_k x \quad (6)$$

Произвольные постоянные A_k , ($k = 1, 2, \dots$) определяются начальными условиями. Подставим в полученное решение $t = 0$ и приравняем начальному распределению концентрации:

$$U(x,0) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cdot e^{-\lambda_k^2 D \cdot 0} \cdot \cos \lambda_k x = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cdot \cos \lambda_k x = C_0(x)$$

Рассматривая левую часть полученного выражения как разложение в ряд Фурье начальной плотности, получаем выражения для коэффициентов:

$$A_k = \frac{1}{\|X_k\|^2} \cdot (C_0, X_k) = \frac{1}{\|X_k\|^2} \cdot \int_0^l C_0(\xi) \cdot \cos \lambda_k \xi \, d\xi \quad (8)$$

Подставляя в ряд полученные выражения, получаем окончательное значение концентрации в произвольной точке и в произвольный момент времени:

$$U(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\|X_k\|^2} \cdot \int_0^l C_0(\xi) \cdot \cos \lambda_k \xi \, d\xi \right) \cdot e^{-\lambda_k^2 D t} \cdot \cos \lambda_k x \quad (9)$$

Для нас не представляет интереса значение концентрации в произвольной точке. Важнее знать среднюю концентрацию оставшейся пылицы в частице перги, как функцию времени, то есть выполнить усреднение по координате. Для этого достаточно выполнить интегрирование по пространственной переменной:

$$\begin{aligned} \bar{C}(t) &= \int_0^l U(x,t) \, dx = \int_0^l \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\|X_k\|^2} \cdot \int_0^l C_0(\xi) \cdot \cos \lambda_k \xi \, d\xi \right) \cdot e^{-\lambda_k^2 D t} \cdot \cos \lambda_k x \, dx = \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{\sin^2 \lambda_k l}{l \lambda_k^2 \|X_k\|^2} \cdot \int_0^l C_0(\xi) \cdot \cos \lambda_k \xi \, d\xi \right) \cdot e^{-\lambda_k^2 D t} \end{aligned} \quad (10)$$

Итак, полученное искомое выражение для средней концентрации выглядит следующим образом:

$$\bar{C}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k \cdot e^{-\lambda_k^2 D t}, \quad (11)$$

$$\text{где } B_k = \frac{\sin^2 \lambda_k l}{l \lambda_k^2 \|X_k\|^2} \cdot \int_0^l C_0(\xi) \cdot \cos \lambda_k \xi \, d\xi$$

Результаты и их анализ

Разработанная математическая модель включает три переменные величины: интенсивность



процесса перемешивания, время его протекания и остаточную концентрацию в произвольный момент времени. Выбор любых двух величин в качестве независимых переменных позволяет найти искомую третью величину [1, 14].

На рис. 2-3 представлены результаты числен-

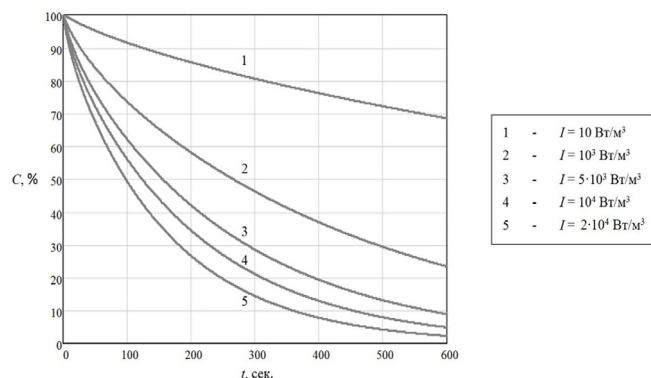


Рис. 2 – Зависимость процента нерастворённой перги C (%) от времени перемешивания t (сек) при различных значениях интенсивности перемешивания I (Вт/м³)

Из анализа графических зависимостей (рисунки 2-3) следует, что в полученной теоретической модели четко проявляется нелинейный характер зависимости остаточной концентрации от времени и интенсивности процесса диспергирования. Повышение интенсивности перемешивания ведет к значительному уменьшению времени полного растворения. Так, при перемешивании с интенсивностью 10^4 Вт/м³ для полного растворения загрязнений (достижение остаточной концентрации нерастворенных компонентов менее 3%) требуется значительно больше 600 с. При перемешивании с интенсивностью $2 \cdot 10^4$ Вт/м³ полное растворение достигается за время 400-600 с (рис. 2). При изменении интенсивности в диапазоне от 0 до 2000 Вт/м³ наблюдается максимальный темп увеличения массоотдачи, который замедляется при дальнейшем увеличении интенсивности (рис. 3). Перемешивание с интенсивностью более $1,5 \cdot 10^4$ Вт/м³ не оказывает заметного влияния на увеличение скорости диспергирования.

Заключение

Полученная математическая модель процесса диспергирования представляет собой модель одномерной диффузии, устанавливающую связь между интенсивностью процесса перемешивания, временем его протекания и степенью очистки, выраженной остаточной концентрацией не растворившихся загрязняющих компонентов в произвольный момент времени. Выбор любых двух величин в качестве независимых переменных позволяет найти искомую третью величину. Анализ результатов численного эксперимента показал, что в полученной модели явно проявляется нелинейный характер зависимости остаточной концентрации от времени и интенсивности процесса диспергирования. Повышение интенсивности перемешивания ведет к значительному уменьшению времени полного растворения. При

ного моделирования в виде графиков зависимости остаточной концентрации в воде нерастворенной перги от времени и интенсивности процесса перемешивания, полученные для перги с начальным гранулометрическим составом 6 мм (целые гранулы).

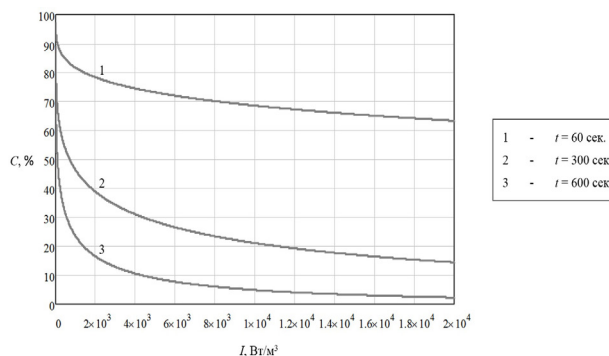


Рис. 3 – Зависимость процента нерастворённой перги C (%) от интенсивности перемешивания I (Вт/м³), при различных значениях времени перемешивания t (сек).

изменении интенсивности в диапазоне от 0 до 2000 Вт/м³ наблюдается максимальный темп увеличения массоотдачи, который замедляется при дальнейшем увеличении интенсивности. Перемешивание с интенсивностью более $1,5 \cdot 10^4$ Вт/м³ не оказывает заметного влияния на увеличение скорости диспергирования.

Список литературы

1. Бышов, Н. В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. - № 6. - С. 134-138.
2. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, Н. В. Ермаченков, В. В. Павлов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2015. - № 8. - С. 155-159.
3. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5 с.
4. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5 с.
5. Каширин, Д. Е. К вопросу отделения перги из измельченной воскоперговой массы / Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 1. - С. 138-140.
6. Каширин, Д. Е. Энергосберегающая установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 10. - С. 24-25.
7. Каширин, Д. Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д. Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженер-



ный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

8. Харитонов, М. Н. Качество перги, стабилизированной разными способами, в процессе ее хранения / М. Н. Харитонов, Д. Е. Каширин // Инновационные технологии в пчеловодстве Материалы научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования специалистов "Академия пчеловодства". - 2006. - С. 195-197.

9. Каширин, Д. Е. Обоснование параметров установки для извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 11. - С. 26-27.

10. Пат. № 2297763 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д.Е. Каширин. – Заявл. 05.12.2005; опубл. 27.04.2007, бюл. № 12. – 4с.

11. Каширин, Д. Е. Исследование массы и гео-

метрических параметров перги и перговых сотов / Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 5. - С. 152-154.

12. Каширин, Д. Е. Способ и устройство для извлечения перги / Д. Е. Каширин // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И.Вавилова. - 2010. - № 5. - С. 34-36.

13. Каширин, Д. Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д. Е. Каширин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. – 2010. – № 1 (40). – С.24–27.

14. Павлов, В. В. К вопросу очистки воскового сырья путем диспергирования загрязняющих компонентов / В. В. Павлов, Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский государственный аграрный университет. - 2017. - С. 226-233.

TO THE QUESTION OF WAX RAW MATERIAL PURIFICATION: MODEL OF ORGANIC CONTAMINATION DISPERSION PROCESS

Byshov Dmitrij N., candidate of technical sciences, Associate Professor, university@rgatu.ru

Kashirin Dmitrij E., doctor of technical sciences, Associate Professor, kadm76@mail.ru

Pavlov Viktor V., graduate student, vikip76@mail.ru

Ryazan State Agrotechnical University Named after P.A. Kostychev

The article provides a theoretical justification of the parameters of the process of wet cleaning of wax raw material from bee bread by dissolving it with intensive mechanical stirring of crushed bee honeycombs in water. The model was based on the basic ideas of the latest film-penetration theory, based on the assumption that there is a boundary layer on the surface of a solid that dissolves in a liquid medium through which the transfer of particles of the solid phase to the volume of the liquid takes place. In this case, the mass transfer rate is directly proportional to the energy spent on the forced mixing of the system in question. The results of numerical simulations showed that the degree of dispersion monotonically increases with increasing intensity of mixing. It has been theoretically established that with increasing intensity, the time of complete dissolution is significantly reduced. So, with stirring with an intensity of 104 W/m^3 , it takes more than 10 minutes to completely dissolve the contaminants (achieving a residual concentration of undissolved components of less than 3%). With stirring with an intensity of $2 \cdot 104 \text{ W/m}^3$, complete dissolution is achieved within 400-600 s. When the intensity changes in the range from 0 to 2000 W/m^3 , the maximum rate of increase in mass transfer is observed, which slows down with a further increase in intensity. Mixing with an intensity of more than $1.5 \cdot 104 \text{ W/m}^3$ does not significantly affect the increase in dispersion speed. The research results can be used in the design of mixing devices, in particular devices for cleaning wax materials, as well as the calculation of the main technological indicators of their work.

Key words: wax raw material, wax, bee bread, cleaning, mixing, dispersing, dissolving.

Literatura

1. Byshov N.V. Obosnovanie racional'nyh parametrov izmel'chitelya pergovyh sotov / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2012. №6. - S. 134-138.
2. Byshov D.N. Issledovanie rabocheho processa izmel'chitelya pergovyh sotov / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, N.V. Ermachenkov, V.V. Pavlov // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - № 8. - S. 155-159.
3. Pat. № 2360407 RF. MPK A01K 59/00. Sposob izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. – 5с.
4. Pat. № 2275563 RF. F26B 21/04. Ustanovka dlya sushki pergi v sotah / D.E. Kashirin. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5с.
5. Kashirin D.E. K voprosu otdeleniya pergi iz izmel'chyonnoy voskopergovoy massy / D.E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 1. - S. 138-140.
6. Kashirin D.E. Energoberegayushchaya ustanovka dlya sushki pergi v sotah / D.E. Kashirin // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. - 2009. - № 10. - S. 24-25.
7. Kashirin D.E. Usovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa otdeleniya pergi ot voskovykh chastic / D.E. Kashirin // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina.



- 2009. - № 4. - S. 24-26.

8. Haritonova M.N. Kachestvo pergi, stabilizirovannoj raznymi sposobami, v processe ee hraneniya / M.N. Haritonova, D.E. Kashirin // V sbornike: Innovacionnye tekhnologii v pchelovodstve Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozhaystva Rossijskoj Federacii; Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya specialistov "Akademiya pchelovodstva". - 2006. - S. 195-197.

9. Kashirin D.E. Obosnovanie parametrov ustanovki dlya izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozhaystva. - 2009. - № 11. - S. 26-27.

10. Pat. № 2297763 RF. Sposob izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin. – Zayavl. 05.12.2005; opubl. 27.04.2007, byul. № 12. – 4s.

11. Kashirin D.E. Issledovanie massy i geometricheskikh parametrov pergi i pergovyh sotov / D.E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 5. - S. 152-154.

12. Kashirin D.E. Sposob i ustrojstvo dlya izvlecheniya pergi / D.E. Kashirin // Vestnik saratovskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.I. Vavilova. - 2010. - № 5. - S. 34-36.

13. Kashirin D.E. Issledovanie rabocheho processa izmel'chitelya pergovyh sotov / D.E. Kashirin // Vestnik FGOU VPO MGAU imeni V.P. Goryachkina. – 2010. – №1 (40). – S.24–27.

14. Pavlov V.V. K voprosu oshistki voskovogo syr'ya putem dispergirovaniya zagryaznyayushchih komponentov / V.V. Pavlov, D.N. Byshov, D.E. Kashirin // V sbornike: Nauka molodyh – innovacionnomu razvitiyu APK materialy X Yubilejnoj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh. Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2017. S. 226-233.



УДК 631.22.018

DOI 10.36508/RSATU.2020.28.75.016

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕМ

ЦЫМБАЛ Александр Андреевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, Российский государственный аграрный университет имени К.А. Тимирязева, tcimbala@yandex.ru

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspensckij@yandex.ru

ЮХИН Иван Александрович, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, ivan.uspensckij@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЛИМАРЕНКО Николай Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники и электроники, Донской государственный технический университет, limarenkodstu@yandex.ru

Важным фактором повышения уровня плодородия почв и снижения их деградации является использование органических удобрений, являющихся мощным энергоносителем биогенных свойств. В связи с индустриализацией животноводства и переходом на бесподстилочное содержание животных в существенной мере возрос объем бесподстилочного навоза влажностью 88-98 %, эффективно использовать который возможно только при обеспечении его санитарно-эпидемиологической безопасности. Наиболее энергоёмким этапом утилизационного цикла, отвечающим за безопасность в эпидемиологическом плане, является подготовка бесподстилочного навоза к внесению, состоящая из предварительного отстаивания и обеззараживания. В качестве наиболее перспективного способа интенсификации обеззараживания выбраны системные физико-химические воздействия. Наиболее представительными параметрами, характеризующими эпидемиологическое состояние бесподстилочного навоза, приняты: число колониеобразующих единиц общих колиформных, бляшкообразующих, термотолерантных колиформных бактерий и фекальных стрептококков, а также удельная энергоёмкость операционного воздействия, реализуемого экспериментальным стендом. Для повышения эффективности экспериментального исследования использована математическая теория планирования эксперимента. В качестве плана был выбран центральный композиционный для квадратичной поверхности типа 5/1/27 Хартли На5, соответствующий активному полнофак-

© Цымбал А. А., Успенский И. А., Юхин И. А., Лимаренко Н. В., 2020 г.



торному эксперименту. В результате эксперимента получены квадратичные регрессионные полиномы, представляющие зависимость бактериологических свойств бесподстилочного навоза от его технологической влажности, продолжительности воздействия, концентрации хлорсодержащего реагента, уровня магнитной индукции, параметров рабочих тел экспериментального стенда. Полученные модели представляют собой исходные данные для дальнейшего моделирования и оптимизации данной операции с целью повышения её энергетической эффективности с точки зрения удельной энергоёмкости и санитарно-эпидемиологических ограничений, предъявляемых комплексами нормативных документов.

Ключевые слова: бесподстилочный навоз, бактериологические свойства, число колониеобразующих единиц, системное физико-химическое воздействие, энергетическая эффективность.

Введение

Согласно Доктрине продовольственной безопасности, утверждённой президентом РФ 1 января 2020 года, для агропромышленного комплекса обозначены задачи увеличения объёмов продукции, а также улучшения её экологических и энергетических свойств. Существенным кластером, вносящим вклад в решение поставленных задач, является животноводство, технологические процессы которого связаны с образованием большого числа отходов. Применение органических удобрений является рациональным инструментом

повышения гумуса в почвах. Согласно данным экспертов РАН и Росстата содержание гумуса за последние 100 лет сократилось на 30-40 %, что составляет около 0,62 тонны с га в год, вызывая при этом рост эродированных земель на 0,5 млн. га в год, с годовым экономическим ущербом порядка 25 млрд. Соответственно, развитие, экологизация и повышение энергетической эффективности подходов к производству органических удобрений является важным инструментом минимизации деградации и эродированности почв, что также подтверждается данными Росстата (рис. 1) [1, 2].

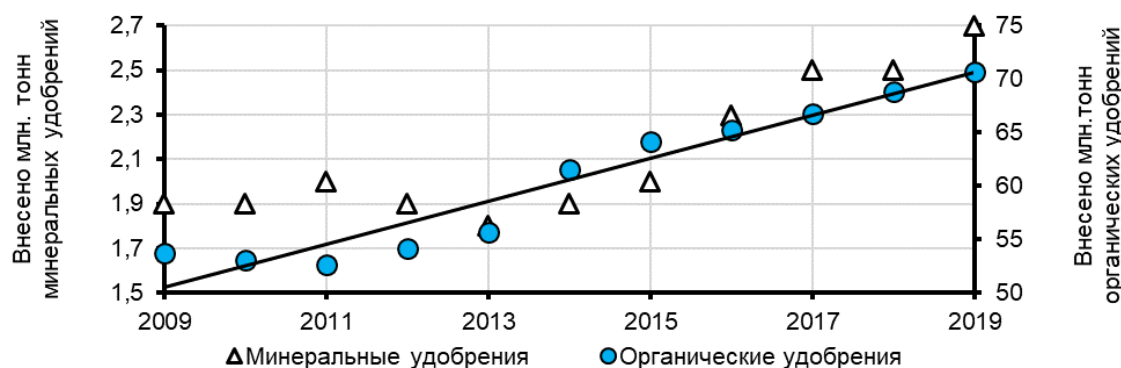


Рис. 1 – Динамика внесения типов удобрений в РФ

Индустриальный подход к животноводству подразумевает бесподстилочное содержание животных, что приводит к образованию жидких отходов, представляющих собой бесподстилочный навоз технологической влажностью 88-98 %. Бесподстилочный навоз влажностью 88-98 % является носителем биогенных свойств (N, P, K и др.) и представляет собой эффективный материал для создания органических удобрений, потенциал которого можно использовать при условии обеспечения его безопасности в санитарно-эпидемиологическом отношении. Санитарно-эпидемиологическая безопасность бесподстилочного навоза, согласно ГОСТ Р 53117-2008, ГОСТ 26074-84, СанПиН 2.1.7.573-96 и МУ 2.1.5.800-99, характеризуется целым комплексом параметров, в общем виде свести которые можно к определению бактериологических свойств. Установлено, что бактериологические свойства навоза во многом будут зависеть от агроклиматических условий, а также от применяемых технических решений по хранению, подготовке и направлению дальнейшего использования [3]. Анализ работ [3-9] позволил сделать вывод, что наиболее существенным этапом, влияющим на бактериологические свойства бесподсти-

лочного навоза, является его подготовка. В качестве наиболее перспективного способа подготовки бесподстилочного навоза, реализующего его обеззараживание после предварительного отстаивания, было выбрано системное физико-химическое обеззараживание в электромагнитном активаторе, устройство и принцип действия которого описаны в [10]. Установлено, что зависимости, позволяющие формализовать взаимосвязь бактериологических свойств навоза с методом его подготовки, в источниках отсутствуют, соответственно, задача их получения является актуальной для науки и техники. На основании изложенного была сформулирована цель исследования – моделирование бактериологических свойств бесподстилочного навоза при подготовке системными физико-химическими воздействиями.

Материалы и методы

Объектом исследования являются эпидемиологические свойства бесподстилочного навоза, предметом – их зависимость от параметров подготовительных операционных воздействий. Получение данных зависимостей осуществлялось путём экспериментального исследования с использованием теории математического планиро-



вания эксперимента. На основании результатов предыдущих исследований [10, 11] были выбраны факторы и уровни их варьирования (табл. 1). Экспериментальные исследования проводились на стенде, общий вид которого представлен на ри-

сунке 2. Устройство и принцип действия, а также методики варьирования уровнями факторов и их метрологическое обеспечение представлены в работах [11, 12, 13].

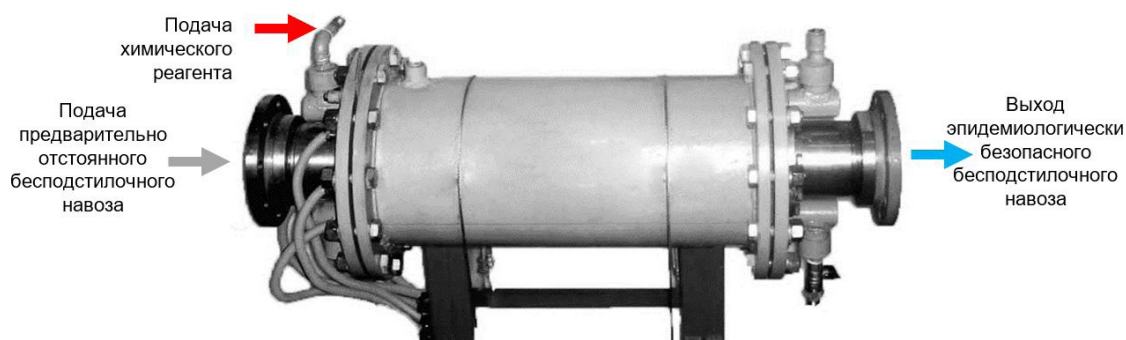


Рис. 2 – Общий вид экспериментальной установки

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования в натуральных переменных

Фактор	Кодовое обозначение	Уровни факторов		
		$X_i = -1$	$X_i = 0$	$X_i = +1$
Концентрация хлорсодержащего реагента ω , мг/л	X_1	6	12	18
Отношение длины рабочих тел к их диаметру l/d	X_2	5	15	25
Магнитная индукция B , мТл	X_3	40	60	80
Влажность бесподстильного навоза W , %	X_4	88	93	98
Продолжительность воздействия t , с	X_5	2	4	6

Согласно ГОСТ Р 53117-2008, ГОСТ 26074-84, СанПиН 2.1.7.573-96 и МУ 2.1.5.800-99 в качестве параметров, характеризующих бактериологические свойства бесподстильного навоза, были приняты: число колониеобразующих единиц (КОЕ) общих колиформных бактерий (ОКБ), число КОЕ бляшкообразующих единиц (БОЕ), число КОЕ термотолерантных колиформных бактерий (ТТКБ), число КОЕ фекальных стрептококков (ФКСТК), а также удельная энергоёмкость операционного воздействия, реализуемого экспериментальным стендом (представлен на рисунке 2). Поскольку обеспечить условия соответствия бактериологических свойств уровням нормативных документов при минимизации удельной энергоёмкости операционного воздействия подготовки бесподстильного навоза возможно только путём решения оптимизационной задачи, представляющей систему формализованных соотношений целевой функции, начальных и граничных условий, для наибольшей эффективности исследования в качестве плана был выбран центральный композиционный

для квадратичной поверхности типа 5/1/27 Хартли Na_5 , соответствующий активному полнофакторному эксперименту. В качестве математической модели, формализующей взаимосвязь варьируемых факторов и измеряемых параметров, был выбран полином второго порядка:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k b_{ij} x_i x_j,$$

где b_0 , b_i , b_{ii} , b_{ij} – коэффициенты, характеризующие силу влияния свободных, линейных, квадратичных и парных эффектов взаимодействия членов полинома.

В таблице 2 представлена матрица планирования эксперимента типа 5/1/27 Хартли Na_5 , в кодированных переменных. Для снижения влияния систематических погрешностей при проведении исследования использовалась рандомизация, каждый опыт дублировался 3 раза. Полученные в ходе экспериментального исследования средние значения параметров представлены в таблице 2, столбцах 7-11.



Таблица 2 – Матрица планирования

Но- мер опыта	Уровни факторов					Число КОЕ БОЕ, шт		Число КОЕ ОКБ, шт.		Число КОЕ ФКСТК, шт.		Число КОЕ ТТКБ, шт.		Удельная энергоём- кость N, кВт*ч/м³	
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	$\bar{y}_1$	$\hat{y}_1$	$\bar{y}_2$	$\hat{y}_2$	$\bar{y}_3$	$\hat{y}_3$	$\bar{y}_4$	$\hat{y}_4$	$\bar{y}_5$	$\hat{y}_5$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
1	-1	-1	-1	-1	+1	157	160	16	138	1,40	1,41				
2	+1	-1	-1	-1	-1	139	140	11	118	8,30	8,30				
3	-1	+1	-1	-1	-1	196	194	24	172	1,80	1,79				
4	+1	+1	-1	-1	+1	108	106	9	84	7,70	7,71				
5	-1	-1	+1	-1	-1	164	162	14	140	1,10	1,10				
6	+1	-1	+1	-1	+1	76	74	2	52	8,40	8,41				
7	-1	+1	+1	-1	+1	130	128	12	106	15,90	15,89				
8	+1	+1	+1	-1	-1	110	108	7	86	7,40	7,40				
9	-1	-1	-1	+1	-1	149	147	14	125	2,20	2,21				
10	+1	-1	-1	+1	+1	61	59	1	37	6,70	6,71				
11	-1	+1	-1	+1	+1	115	113	12	91	14,20	14,19				
12	+1	+1	-1	+1	-1	95	93	7	71	5,70	5,71				
13	-1	-1	+1	+1	+1	83	81	2	59	14,90	14,91				
14	+1	-1	+1	+1	-1	63	61	3	39	6,40	6,41				
15	-1	+1	+1	+1	-1	117	115	10	93	13,90	13,92				
16	+1	+1	+1	+1	+1	29	27	5	5	22,40	22,39				
17	-1	0	0	0	0	123	121	9	99	5,40	5,39				
18	+1	0	0	0	0	69	67	1	45	5,40	5,41				
19	0	-1	0	0	0	98	96	6	74	1,40	1,39				
20	0	+1	0	0	0	98	96	9	74	8,90	8,91				
21	0	0	-1	0	0	113	111	8	89	2,20	2,20				
27	0	0	0	0	0	94	87	4	78	5,10	5,10				

Проверка полученных значений оценок дисперсий параллельных опытов на однородность по критерию Кохрена показала, что при выбранном уровне значимости $\alpha = 0,05$ и степенях свободы числителя $f_{k1} = 2$ и знаменателя $f_{k2} = 27$ расчетные значения G_p меньше критического значения $G_k = 0,21$ [14, 15], следовательно, гипотеза об однородности дисперсий параллельных опытов справедлива.

Расчёт оценок коэффициентов регрессионного полинома осуществлялся методом наименьших квадратов, суть которого заключается в минимизации суммы квадратов отклонений при условии нормальности закона их распределения и может быть формализован в виде:

$$\sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - b_0 x_0 - b_1 x_{1u} - \dots - b_i x_{iu} - \dots - b_m x_{mu})^2 \rightarrow \min.$$

Выполнить обозначенное условие возможно путём приравнивания частных производных по одной из оценок, например, по b_i :

$$\frac{\partial}{\partial b_i} \left[\sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - b_0 x_0 - b_1 x_{1u} - \dots - b_i x_{iu} - \dots - b_m x_{mu})^2 \right] = 0$$

После соответствующих преобразований методом наименьших квадратов была получена система уравнений линейного вида:

$$b_0(00) + b_1(01) + \dots + b_i(0i) + \dots + b_m(0m) = (0y),$$

$$b_0(10) + b_1(11) + \dots + b_i(1i) + \dots + b_m(1m) = (1y),$$

$$\dots \dots \dots$$

$$b_0(20) + b_1(21) + \dots + b_i(2i) + \dots + b_m(2m) = (2y),$$

$$\dots \dots \dots$$

$$b_0(m0) + b_1(m1) + \dots + b_i(mi) + \dots + b_m(mm) = (my).$$

С целью упрощения последующих операций и повышения адекватности представления результатов эксперимента использовалась матричная форма записи регрессионной модели; для автоматизации данного алгоритма использовался программный комплекс Statistica 7.0.

Методика установки варьируемых факторов осуществлялась в соответствии с алгоритмом,



описанным в работе [12].

Методика получения объекта исследования заключалась в создании навозной среды, насыщенной патогенными микроорганизмами, характерными для реального объекта, согласно ГОСТ 26074-84 и МУ 2.1.5.800-99. Измерение параметров КОЕ осуществлялось методом брожения и прямого посева на питательную среду Эндо. Подсчёт выросших КОЕ осуществлялся по следующей формуле после системного физико-химического воздействия и нахождения обработанной пробы с питательной средой в термостате в течение 24 часов при $t = 46^\circ\text{C}$:

$$X_{\text{КОЕ}} = \frac{a \cdot V_k}{V},$$

где a – суммарное количество КОЕ ОКБ в пробе, шт;

V_k – контрольный объём, мм^3 ;

V – фактический объём пробы, мм^3 .

Также в процессе подсчёта осуществлялся оксидазный тест на принадлежность выросших на питательном огаре КОЕ к аэробным микроорганизмам. Более подробно методика оценки числа КОЕ выросших на питательном огаре представлена в работах [11, 12].

Измерения удельной энергоёмкости системного физико-химического воздействия осуществлялись с помощью специально разработанного контрольно-измерительного комплекса, устройство и принцип действия которого подробно описаны в [10, 13]. Суть оценки удельной энергоёмкости заключалась в измерении амплитудных значений силы тока, напряжения и угла сдвига фаз в единицу времени на единицу объёма, что можно представить аналитически в виде формулы:

$$N_{y3} = \frac{(U_m I_m \sin^2(\omega t + \varphi)) \cdot t}{\pi D_{p3}^2 \cdot l_{p3}}$$

$$y_1 = 93,35 - 26,88 \cdot x_1 - 15,55 \cdot x_3 - 23,05 \cdot x_4 - 17,05 \cdot x_5 + 2,72 \cdot x_1^2 + 4,72 \cdot x_2^2 + 3,72 \cdot x_3^2 + 4,22 \cdot x_4^2 + 3,22 \cdot x_5^2 \quad (1)$$

– для числа КОЕ ОКБ:

$$y_2 = 90,44 - 27 \cdot x_1 - 16,00 \cdot x_3 - 23,50 \cdot x_4 - 17,00 \cdot x_5 + 3,12 \cdot x_1^2 + 5,12 \cdot x_2^2 + 4,12 \cdot x_3^2 + 4,62 \cdot x_4^2 + 3,12 \cdot x_5^2 \quad (2)$$

– для числа КОЕ ФКСТК:

$$y_3 = 4,14 - 3,72 \cdot x_1 + 1,44 \cdot x_2 - 2,55 \cdot x_3 - 2,55 \cdot x_4 - 2,00 \cdot x_5 + 3,33 \cdot x_2^2 \quad (3)$$

– для числа КОЕ ТТКБ:

$$y_4 = 70,45 - 27,00 \cdot x_1 - 16,00 \cdot x_3 - 23,50 \cdot x_4 - 16,88 \cdot x_5 + 4,48 \cdot x_2^2 + 3,48 \cdot x_3^2 + 4,98 \cdot x_4^2 + 3,48 \cdot x_5^2 \quad (4)$$

– для удельной энергоёмкости операционного воздействия:

$$y_5 = 5,14 + 2,61 \cdot x_2 + 2,81 \cdot x_3 + 2,27 \cdot x_4 - 2,89 \cdot x_5 \quad (5)$$

Уравнения (1-5) позволяют рассчитать значения числа зависимых переменных от независимых в рамках исследованной области факторного пространства. На основании экспериментальных данных (табл. 2) были построены графические зависимости, представленные на рисунках 3-11.

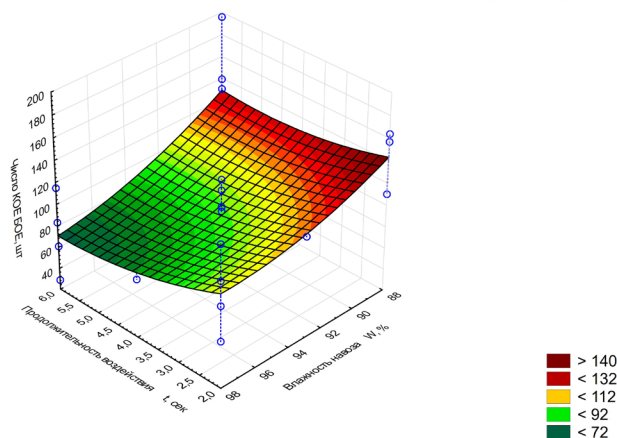


Рис. 3 – Зависимость числа КОЕ БОЕ от продолжительности операционного воздействия и влажности технологического материала

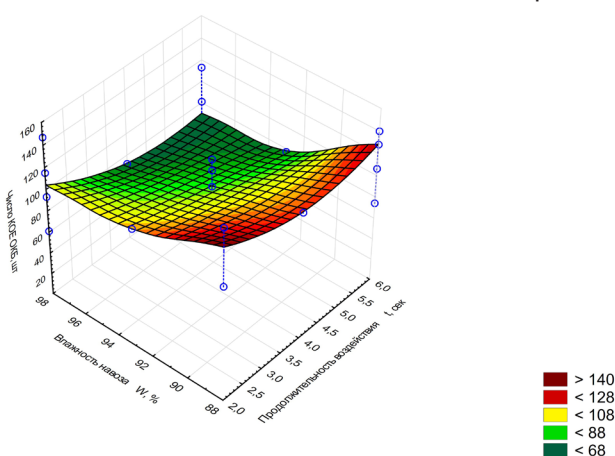


Рис. 4 – Зависимость числа КОЕ ОКБ от продолжительности операционного воздействия и влажности технологического

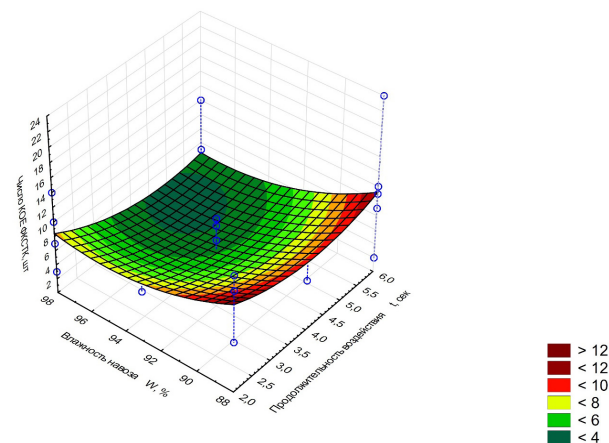


Рис. 5 – Зависимость числа КОЕ ФКСТК от продолжительности операционного воздействия и влажности технологического материала

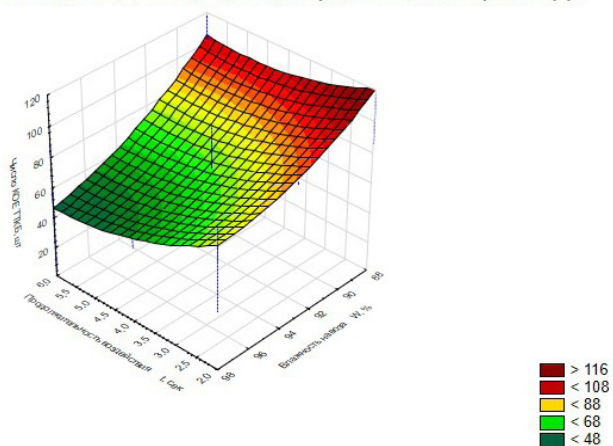


Рис. 6 – Зависимость числа КОЕ ТТКБ от продолжительности операционного воздействия и влажности технологического материала

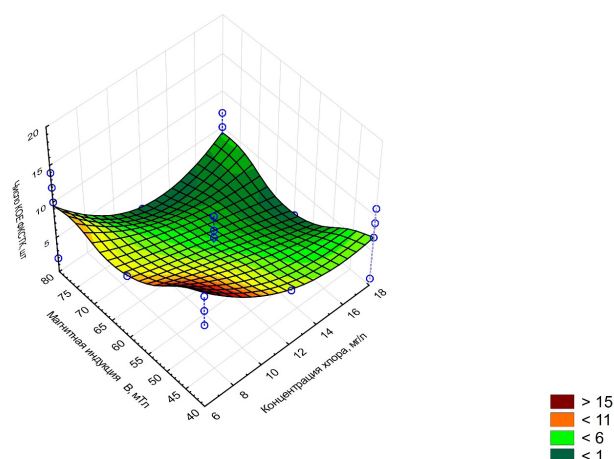


Рис. 9 – Зависимость числа КОЕ ФКСТК от уровня магнитной индукции и концентрации химического реагента

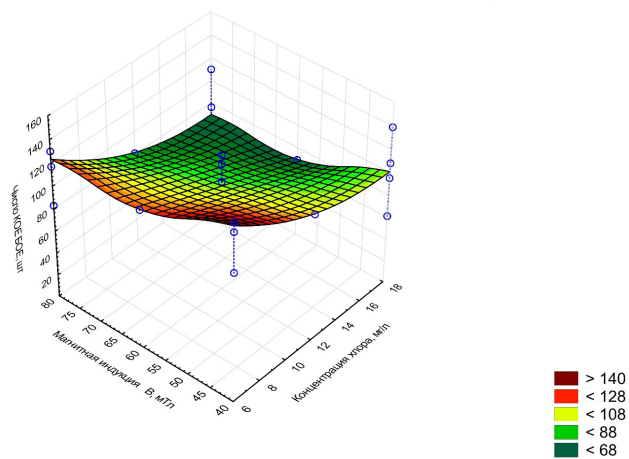


Рис. 7 – Зависимость числа КОЕ БОЕ от уровня магнитной индукции и концентрации химического реагента

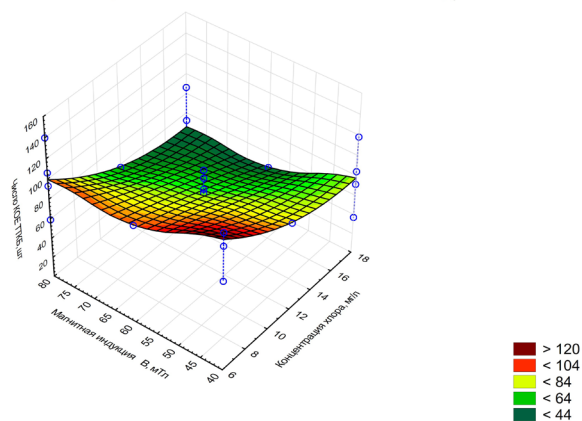


Рис. 10 – Зависимость числа КОЕ ТТКБ от уровня магнитной индукции и концентрации химического реагента

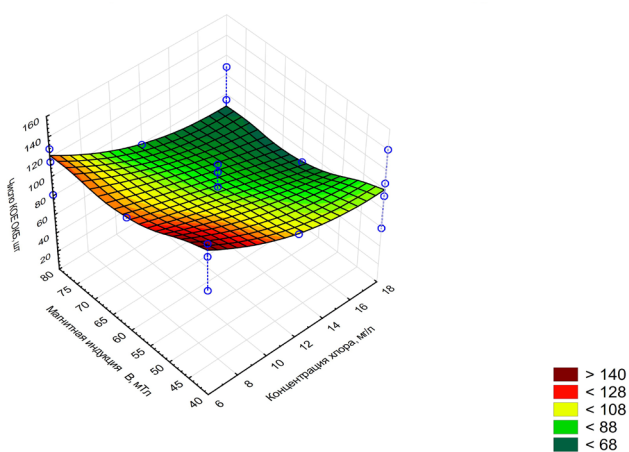


Рис. 8 – Зависимость числа КОЕ ОКБ от уровня магнитной индукции и концентрации химического реагента

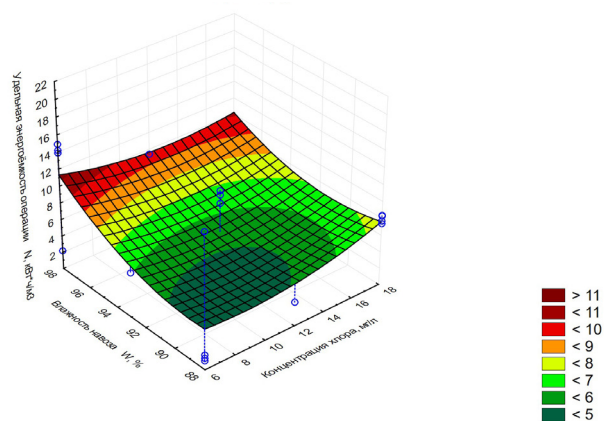


Рис. 11 – Зависимость удельной энергоёмкости операционного физико-химического воздействия от влажности технологического материала и концентрации химического реагента

Анализ результатов экспериментальных исследований (табл. 2) и графических зависимостей (рисунки 3-6) позволил сделать следующие выводы:



– математические модели в виде квадратичных регрессионных полиномов (1-5), представленные в кодированном виде, адекватно по критерию Фишера характеризуют зависимость числа КОЕ БОЕ, КОЕ ОКБ, КОЕ ФКСТК, КОЕ ТТКБ от варьируемых факторов при уровне значимости $\alpha = 0,05$; соответственно, полученные зависимости могут служить исходными данными при моделировании санитарно-эпидемиологических и бактериологических свойств бесподстилочного навоза;

– установлены зависимости влияния варьируемых факторов согласно области их интереса (табл. 1) на параметры назначения в виде КОЕ БОЕ, КОЕ ОКБ, КОЕ ТТКБ (табл. 2, столбцы 7-11). Статистически значимыми оказались коэффициенты параметров: концентрация хлорсодержащего реагента x_1 , влажность бесподстилочного навоза x_4 , продолжительность воздействия x_5 , уровень магнитной индукции x_3 . Статистически незначимым для данного типа бактерий оказался параметр, характеризующий отношение длины рабочих тел к их диаметру x_2 . В случае с КОЕ ФКСТК статистически значимыми оказались все оценки регрессионных коэффициентов варьируемых параметров. Ранжирование статистически значимых оценок коэффициентов варьируемых параметров на удельную энергоёмкость реализуемого операционного физико-химического воздействия подтвердило следующие влияния: отношение длины рабочих тел к их диаметру x_2 , уровень магнитной индукции x_3 , влажность бесподстилочного навоза x_4 , продолжительность воздействия x_5 . Статистически не значимым в данных условиях оказался параметр x_1 . На основании анализа оценок коэффициентов можно построить критическую матрицу ранжирования факторного пространства;

– концентрация хлорсодержащего реагента существенным образом оказывает влияние на число КОЕ БОЕ, КОЕ ОКБ, КОЕ ФКСТ, КОЕ ТТКБ, что подтверждается соответствующими оценками коэффициентов в уравнениях (1-4). Из экспериментального исследования видно, что с увеличением концентрации реагента число КОЕ исследуемых бактериальных форм, выросших на питательном огаре после операционного воздействия, сокращается по квадратичной зависимости в случае с БОЕ (1), ОКБ (2), ТТКБ (3) и линейной с ФКСТК (3); в случае влияния на удельную энергоёмкость операционного воздействия данный параметр оказался статистически незначимым (5);

– влажность бесподстилочного навоза существенным образом оказывает влияние на число КОЕ БОЕ, КОЕ ОКБ, КОЕ ФКСТ, КОЕ ТТКБ, что подтверждается соответствующими оценками коэффициентов в уравнениях (1-4). Из экспериментального исследования видно, что с увеличением влажности бесподстилочного навоза с 88 до 93 % и с 93 до 98 % число КОЕ исследуемых бактериальных форм, выросших на питательном огаре после операционного воздействия, возрастает по квадратичной зависимости в случае с БОЕ (1), ОКБ (2), ТТКБ (3) и линейной с ФКСТК (3) и удельной энергоёмкостью операционного физико-хими-

ческого воздействия (5);

– уровень магнитной индукции в рабочей зоне операционного воздействия, отношение длины рабочих тел к их диаметру, продолжительность системного физико-химического воздействия существенным образом оказывают влияние на удельную энергоёмкость и число КОЕ БОЕ, КОЕ ОКБ, КОЕ ФКСТК, КОЕ ТТКБ, что подтверждается соответствующими оценками коэффициентов в уравнениях (1-5). Из экспериментального исследования видно, что с увеличением уровня магнитной индукции с 40 мТл до 60 мТл концентрация исследуемых бактериальных форм снижается по квадратичной зависимости; при увеличении с 60 мТл до 80 мТл вновь наблюдается их рост, а удельная энергоёмкость при этом увеличивается. Отношение длины рабочих тел к их диаметру оказывает существенное влияние только на число КОЕ ФКСТК и удельную энергоёмкость. Для того чтобы сделать заключение о наиболее эффективном уровне магнитной индукции и отношении длины рабочих тел к их диаметру с точки зрения минимизации удельной энергоёмкости операционного воздействия и сохранения ограничений, предъявляемых комплексом нормативных документов с точки зрения санитарно-эпидемиологического состояния, необходимо на основании полученных в ходе данного исследования моделей (1-5) решить оптимизационную задачу. Установлено, что с увеличением продолжительности системного физико-химического воздействия по квадратичной зависимости происходит снижение бактериальных форм КОЕ БОЕ (1), КОЕ ОКБ (2), КОЕ ТТКБ (4), для КОЕ ФКСТК (3) зависимость линейна. С увеличением продолжительности операционного воздействия по линейной зависимости согласно модели (5) происходит увеличение удельной энергоёмкости.

Заключение

1. Обоснована значимость интенсификации операционных воздействий подготовки бесподстилочного навоза к внесению в качестве эффективного органического энергоносителя биогенных свойств, необходимого для повышения гумуса в почвах и снижения уровня их деградаций.

2. Экспериментально исследовано влияние конструктивных и технологических факторов операционного системного физико-химического воздействия на бактериологические свойства бесподстилочного навоза.

3. Получены квадратичные регрессионные полиномы (1-5), представляющие зависимость бактериологических свойств бесподстилочного навоза влажностью 88-98 % от конструктивных и технологических факторов операционного системного физико-химического воздействия при его подготовке к внесению.

4. Полученные в ходе экспериментального исследования и моделирования результаты в виде квадратичных регрессионных полиномов (1-5) в кодированных переменных представляют собой исходные данные для дальнейшего моделирования динамики бактериологических свойств бесподстилочного навоза и решения оптимизационных



задач повышения энергетической эффективности операций подготовки и внесения в качестве органических удобрений.

Список литературы

1. Внесение органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях по Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/266367699/?*=quF22oogsop29o5K6%2BZ99RBvvyN7InVyBCL6l nLhLWJyb3dzZXI6Ly80RFQxdVhFUFJySIJYbFVGb2 V3cnVLaUplX0oza1Q4cnlic0lwRjRZNGdkQk1DekZq bU43QnA2WTJmcklWNIMzb3N0TkFjY2dZUGN2bm 80a1hoTVdCa2Fvc2cwV3A2RVNCCGlaVVFxWVR4 YWJsNHBXdkFwek1lbWxYem9ybUM0Mjc5RU5KO HpQakcxcktKd29qWIRUdXc9PT9zaWduPVliS3hpa FJXMGRDR0FwWU9ZUU1Fb1ZOSTFqUnJqbVB1c 1Noc05EWXczUHc9liwidGI0bGUiOiJtdGI0Lnhsc3gi LCJub2lmcmFtZSI6ZmFsc2UsInVpZCI6IjI2NjM2NzY 5OSIsInRzljoxNTk0MDI0OTg1MzA1LCJ5dSI6IjEzN zQyNTAyNzE1ODY5MDU2ODUifQ%3D%3D (дата обращения 07.07.2020)

2. Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях по Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. URL: https://docviewer.yandex.ru/view/266367699/?*=7P1c743v1MFFsKPFHesC85k16Jd7InVyBCL6l nLhL WJyb3dzZXI6Ly80RFQxdVhFUFJySIJYbFVGb2V3c nVNVEhrclhWekpBci1oX294WnNNUGhKRKJSQXB NRGtJYS1PRVgwY3FNT0tpQVVsVHFBbVlzdURW Tk1ITFo5NHdQeFZHSDJ0Ui1BYm9OMBfLVhRMI ZneFNCZm5tejdl1ekhSaGtBUHJ3bFhoVHJwNmRU T3locjByRGFDQThGa19sbkE9PT9zaWduPUlaOXIS UHRrQ0ctZFdNc2s5czA2V0plaDhsT25TQTvYdEVh UksxTVhZaU09liwidGI0bGUiOiJtdGI0Lnhsc3giLCJu b2lmcmFtZSI6ZmFsc2UsInVpZCI6IjI2NjM2NzY5OS IsInRzljoxNTk0MDI0OTg1MzA1LCJ5dSI6IjEzNzQyN TAyNzE1ODY5MDU2ODUifQ%3D%3D (дата обращения 07.07.2020).

3. Эффективность применения жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве / Н. В. Гоман, И. А. Бобренко, Н. К. Трубина, [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 5 (140). – С. 51-59.

4. Брюханов, А. Ю. Проблемы обеспечения экологической безопасности животноводства и наилучшие доступные методы их решения / А. Ю. Брюханов, Э. В. Васильев, Е. В. Шалавина // Региональная экология. – 2017. – № 1 (47). – С. 37-43.

5. Сычёв, В. Г. Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почв / В. Г. Сычёв, Л. К. Шевцова, Г. Е. Мёрзлая // Агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 3-21.

MODELING OF THE EPIDEMIOLOGICAL PROPERTIES OF LIQUID MANURE DURING ITS PREPARATION BY PHYSICO-CHEMICAL DISINFECTION

Byshov Nikolay V., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of machine and tractor park operation, Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev, byshov@rgatu.ru

Tsymbal Aleksandr A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Head of the Department of Heat Engineering of Hydraulics and Power Supply of Enterprises, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, tcimbalaa@yandex.ru

6. Колесникова, Т. А. Агротехнологическая оценка применения подготовленных жидких отходов свиного комплекса на черноземе обыкновенном краснодарского края / Т. А. Колесникова, М. А. Куликова // Вестник Рязанского агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2 (45). – С. 46-51.

7. Parameters of optimized system of technological process of waste water disinfection of livestock enterprises in integrated physico-chemical effects / N.V. Byshov, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin, N.V. Limarenko, I.V. Fadeev, S.D. Fomin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – № 341 (012140). DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012140.

8. Byshov, N. V. Ecological and technological criteria for the efficient utilization of liquid manure / N. V. Byshov, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – № 422 (012069). DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012069.

9. Пат. 2680073. Способ обеззараживания жидких сред / В. П. Жаров, Б. Г. Шаповал, Н. В. Лимаренко // Бюл. – 5. № 2018113501. Оpubл. 14.02.2019.

10. Исследование параметров магнитного поля в рабочей камере индуктора / Н. В. Лимаренко [и др.] // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 1. – с. 136-142.

11. Лимаренко, Н. В. Создание математической модели технологического процесса обеззараживания стоков животноводства / Н. В. Лимаренко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2017. – № 3. – С. 108-112.

12. Исследование распределения плотности вероятностей патогенных маркеров свиного бесподстилочного навоза / Н. В. Бышов, Н. В. Лимаренко, И. А. Успенский [и др.] // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 4 (56). – С. 215-227. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-26.

13. Исследование влияния параметров рабочих тел индуктора на коэффициент мощности / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Г. А. Борисов, Н. В. Лимаренко // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 3 (55). – С. 360-369. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-45.

14. Karl Siebertz. Statistische Versuchsplanung. Design of Experiments (DoE) / Karl Siebertz, David van Bebbber, Thomas Hochkirchen. – London. New York: Springer Heidelberg Dordrecht, 2010. – 326 p.

15. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров – 5-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 448 с.



Uspenskiy Ivan A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru

Yukhin Ivan A., Doctor of Technical Sciences, associate Professor, Head of the Department of automotive engineering and heat power engineering, Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru

Limarenko Nikolay V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of electrical engineering and electronics, Don state technical university, limarenkodstu@yandex.ru

An important factor in increasing soil fertility and reducing soil degradation is the use of organic fertilizers, which are powerful energy carrier of biogenic properties. In connection with the industrialization of animal husbandry and transition to a non-bedded stock of animals substantially increased the volume of liquid manure humidity of 88...98%, efficient use of which is only possible by ensuring sanitary-epidemiological safety. The most energy-intensive stage of the utilization cycle, which is responsible for safety in epidemiological terms, is the preparation of liquid manure for soil application, consisting of pre-settling and disinfection. Systemic physical and chemical effects were selected as the most promising method of intensifying disinfection. The most representative parameters that characterize the epidemiological state of liquid manure are: the number of colony-forming units of common coliform, plaque-forming, thermotolerant coliform bacteria and fecal streptococci, as well as the specific energy intensity of the operational impact implemented by the experimental stand. To improve the efficiency of the experimental study, the mathematical theory of experiment planning was used. The Central composite plan for a 5/1/27 Hartley Ha5 quadratic surface was chosen as the plan, corresponding to an active full-factor experiment. In the experiment, the obtained quadratic polynomial regression equation representing the dependence of bacteriological properties of the liquid manure from its technological humidity, duration of exposure, concentration of the chlorine-containing reagent, the level of magnetic induction, the parameters of working bodies of the testbed. The obtained models represent the initial data for further modeling and optimization of this operation, in order to increase its energy efficiency, in terms of specific energy intensity and sanitary and epidemiological restrictions imposed by a set of regulatory documents.

Key words: liquid manure, bacteriological properties, the number of colony-forming units, system physical and chemical effects, energy efficiency.

Literatura

1. Vnesenie organicheskikh udobrenij pod posevy v sel'skohozyajstvennykh organizatsiyah po Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs] / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: [2. Vnesenie mineral'nykh udobrenij pod posevy v sel'skohozyajstvennykh organizatsiyah po Rossijskoj Federacii \[Elektronnyj resurs\] / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: \[3. Goman, N. V. Effektivnost' primeneniya zhidkoj frakcii bespodstilochnogo svinogo navoza pod yarovuyu pshenicu na lugovo-chernozemnoj pochve / N. V. Goman, I. A. Bobrenko, N. K. Trubina, \\[i dr.\\] // Vestnik KrasGAU. – 2018. – № 5 \\(140\\). – S. 51-59.\]\(https://docviewer.yandex.ru/view/266367699/?*=7P1c743v1MFFsKPFHesC85k16Jd7InVybCI6InLhLWJyb3dzZXI6Ly80RFQxdVhFUFJySIJYbFVGB2V3cnVNVehrcIhWekpBci1oX294WnNNUGhKRkJSQXBNRGtJYS1PRVgwY3FNT0tpQVVsVHFBbVlzdURWTK1ITFo5NHdQeFZHSdJ0Ui1BYm9OMDBfLVhRMlZneFNCZm5tejd1ekhSaGtBUHJ3bFhoVHJwNmRUT3locjByRGFDQThGa19sbkE9PT9zaWduPUlaOXISUHRrQ0ctZFdNc2s5czA2V0plaDh sT25TQTVYdEVhUksxTVhZaU09liwidGI0bGUiOiJtdGIzLnhsc3giLCJub2lmcmFtZSI6ZmFsc2UsInVpZC l6ljI2NjM2NzY5OSIsInRzljoxNTk0MDI0OTc4MzgxCJ5dSI6IjEzNzQyNTAyNzE1ODY5MDU2ODUifQ%3D %3D \(data obrashcheniya 07.07.2020\).</p>
</div>
<div data-bbox=\)](https://docviewer.yandex.ru/view/266367699/?*=quF22oogsop29o5K6%2BZ99RBvvyN7InVybCI6InLhLWJyb3dzZXI6Ly80RFQxdVhFUFJySIJYbFVGB2V3cnVLaUplX0oza1Q4cnlic0lwRjRZNGdkQk1DekZqbU43QnA2WTJmcklWNIMzb3N0TkFjY2dZUGN2bm80a1hoTVdCa2Fvc2cwV3A2RVNCCGlaVVFxWVR4YWJsNHBXdkFwek1lbWxYem9ybUM0Mjc5RU5KOHpQakcxcktKd29qWIRUdXc9PT9zaWduPVliS3hpaFJXMGRDR0FwWU9ZUU1Fb1ZO STFqUnJqbVB1c1Noc05EWXczUHc9liwidGI0bGUiOiJtdGI0Lnhsc3giLCJub2lmcmFtZSI6ZmFsc2UsInVpZC l6ljI2NjM2NzY5OSIsInRzljoxNTk0MDI0OTg1MzA1LCJ5dSI6IjEzNzQyNTAyNzE1ODY5MDU2ODUifQ%3D %3D (data obrashcheniya 07.07.2020)</p>
</div>
<div data-bbox=)

4. Bryuhanov, A.YU. Problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti zhivotnovodstva i nailuchshie dostupnye metody ih resheniya / A.YU. Bryuhanov, E.V. Vasil'ev, E.V. SHalavina // Regional'naya ekologiya. – 2017. – № 1 (47). – S. 37-43.

5. Sychyov, V. G. Issledovanie dinamiki i balansa gumusa pri dlitel'nom primenenii sistem udobreniya na osnovnykh tipah pochv / V. G. Sychyov, L. K. Shevcova, G. E. Myorzlaya // Agrohimiya. – 2018. – № 2. – S. 3-21. DOI: 10.7868/S0002188118020011.

6. Kolesnikova, T.A. Agromeliorativnaya ocenka primeneniya podgotovlennykh zhidkikh othodov svinokompleksov na chernozeme obyknovennom krasnodarskogo kraja / T.A. Kolesnikova, M.A. Kulikova // Vestnik Ryazanskogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2020. – № 2 (45). – S. 46-51.

7. Byshov, N.V. Parameters of optimized system of technological process of waste water disinfection of livestock enterprises in integrated physico-chemical effects / N.V. Byshov, I.A. Uspenskiy, I.A. Yukhin, N.V. Limarenko, I.V. Fadeev, S.D. Fomin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – № 341



(012140). DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012140.

8. Byshov, N. V. Ecological and technological criteria for the efficient utilization of liquid manure / N. V. Byshov, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – № 422 (012069). DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012069.

9. Pat. 2680073. Sposob obezzarazhivaniya zhidkih sred / V.P. ZHarov, B.G. SHapoval, N.V. Limarenko // Byul. – 5. № 2018113501. Opubl. 14.02.2019.

10. Limarenko, N.V. Issledovanie parametrov magnitnogo polya v rabochej kamere induktora / N.V. Limarenko [i dr.] // Vestnik Don. gos. tekhn. un-ta. – 2016. – № 1. – s. 136-142.

11. Limarenko, N. V. Sozdanie matematicheskoy modeli tekhnologicheskogo processa obezzarazhivaniya stokov zhivotnovodstva / N. V. Limarenko // Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2017. – № 3. – S. 108-112.

12. Byshov, N.V. Issledovanie raspredeleniya plotnosti veroyatnostej patogennykh markerov svinogo bespodstilochnogo navoza / N. V. Byshov, N. V. Limarenko, I. A. Uspenskij [i dr.] // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2019. – № 4 (56). – S. 215-227. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-26.

13. Uspenskij, I.A. Issledovanie vliyaniya parametrov rabochnih tel induktora na koefitsient moshchnosti / I. A. Uspenskij, I. A. YUhin, G. A. Borisov, N. V. Limarenko // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2019. – № 3 (55). – S. 360-369. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-45.

14. Karl Siebertz. Statistische Versuchsplanung. Design of Experiments (DoE) / Karl Siebertz, David van Bebber, Thomas Hochkirchen. – London. New York: Springer Heidelberg Dordrecht, 2010. – 326 p.

15. Ventcel', E.S. Teoriya sluchajnykh processov i ee inzhenernye prilozheniya / E.S. Ventcel', L.A. Ovcharov – 5-e izd., ster. – M.: KNORUS, 2013. – 448 s.



УДК 631.53.01

DOI 10.36508/RSATU.2020.76.17.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛАСТИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН НА ХАРАКТЕР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КЛУБНЯМИ

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, byshov63@mail.ru

РУЗИМУРОДОВ Абдугафор Абдусаторович, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, gafor1213@mail.ru

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru

ГОЛАХОВ Андрей Александрович, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Картофель возделывается в 20 почвенно-климатических зонах, поэтому требуются различные подходы к работе картофелеуборочных машин, чтобы обеспечить необходимое качество клубней. Это также обусловлено особенностью произрастания картофеля, потому что из картофельного вороха уборочной машине нужно отделить 97-98 % почвенных примесей, не повреждая клубни. Исследование работы сепарирующих рабочих органов показало, что качественные показатели технологического процесса картофелеуборочных машин определяются содержанием примесей и повреждениями клубней картофеля. Для уборки картофеля на почвах критической влажности поперечный ворошитель устанавливают над прутковым элеватором. Поперечный ворошитель перемещает картофельный ворох на середину пруткового элеватора с помощью спиралей, выполненных с правой и левой навивкой. Спиральная навивка поперечного ворошителя обеспечивает дополнительное измельчение почвенных комков, улучшает сепарацию почвы и перемещает картофельный ворох с краёв в середину пруткового элеватора. Благодаря пустотелой конструкции поперечного ворошителя расширяются функциональные возможности картофелеуборочной машины и область применения. Установлено, что недостаточно исследованы вопросы использования эластичных покрытий для предотвращения повреждения клубней картофеля. При исследовании окружной и радиальной деформации бесконечно малого элемента эластичного покрытия применяли принцип независимости действия сил. Полученное выражение радиальных напряжений оболочки от давления клубня при ударе позволяет определить возникающие напряжения при контакте клубня с оболочкой для раз-



ной толщины и величины модуля упругости материала оболочки. Трубки эластичного материала толщиной 5-6 мм обеспечивают высокую эластичность и способствуют снижению контактных напряжений. В результате нами были выбраны трубки с толщиной стенки 5 мм (ГОСТ ИСО 14644-1), из которых выполнялось покрытие витков поперечного ворошителя.

Ключевые слова: картофелекопатель, поперечный ворошитель, прутковый элеватор, сепарация, эластичные трубки, повреждаемость клубней

Введение

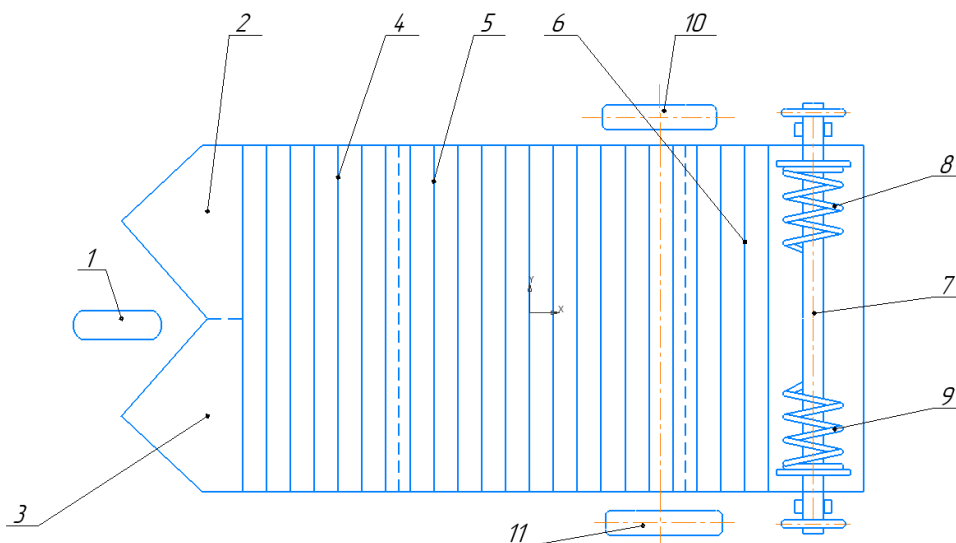
Картофель возделывается в 20 почвенно-климатических зонах, поэтому требуются различные подходы к работе картофелеуборочных машин, чтобы обеспечить необходимое качество клубней. Это также обусловлено особенностью произрастания картофеля, потому что из картофельного вороха уборочной машине нужно отделить 97-98 % почвенных примесей, не повреждая клубни. Если в оптимальных условиях уборки качество обеспечивается, то в тяжелых условиях возрастает количество примесей и повреждений клубней. Поэтому в тяжелых условиях и на мелкоконтурных полях наиболее эффективно использовать картофелекопатели. Исследование работы сепарирующих рабочих органов показало, что качественные показатели технологического процесса картофелеуборочных машин определяются содержанием примесей и повреждениями клубней картофеля. Для улучшения качественных показателей сепарирующих рабочих органов применяют интенсификаторы. Для уборки картофеля на почвах критической

влажности поперечный ворошитель устанавливают над прутковым элеватором с возможностью изменения расстояния между ним и прутками элеватора. При этом возможно достаточное измельчение как крупных, так и мелких почвенных комков.

Материалы и методы исследований

Схема картофелекопателя с установленным поперечным ворошителем представлена на рисунке 1.

Картофелекопатель имеет лемеха 2,3, прутковые элеваторы трех типов: скоростной 4, основной 5 и каскадный 6. Глубину лемехов 3 устанавливают до 25 см с помощью опорного колеса 1 и винтового механизма, а также ходовых колес 10,11. Клубненосный пласт с лемехов 2,3 поступает на прутковые элеваторы 4, 5 и 6, где происходит отделение мелких почвенных примесей от клубней. Над каскадным прутковым элеватором 6 установлен поперечный ворошитель 7, который имеет спиральные навивки 8 и 9, смещающие картофельный ворох в среднюю часть элеватора 6.



1 – опорные колеса; 2,3 – лемеха; 4 – скоростной элеватор; 5 – основной элеватор; 6 – каскадный элеватор; 7 – поперечный ворошитель; 8,9 – спиральные навивки 10,11 – ходовые колеса

Рис. 1 – Схема картофелекопателя с установленным поперечным ворошителем

Попадающие на каскадный прутковый элеватор 6 клубни и не разрушенные почвенные комки взаимодействуют с вращающимся поперечным ворошителем 7. Навивки поперечного ворошителя взаимодействуют с почвенными комками и клубнями, в результате чего происходит дополнительное разрушение комков и смещение вороха в среднюю часть элеватора.

Предотвращение раскатывания клубней за картофелекопатель способствует снижению

трудозатрат при подборе картофеля. Для дополнительного воздействия на почвенные комки, с целью их измельчения и улучшения сепарации почвы на каскадном прутковом элеваторе, спиральная навивка ворошителя имеет эластичную оболочку. При этом мелкий картофель весом 20 и менее грамм проходит между витками, а крупный картофель перемещается спиральной навивкой на середину каскадного пруткового элеватора [7].

Для перемещения клубней картофеля на се-

редину пруткового элеватора спирали выполнены с правой и левой навивкой. Спиральная навивка поперечного ворошителя обеспечивает дополнительное измельчение почвенных комков, улучшает сепарацию почвы и перемещает картофельный ворох с краёв каскадного пруткового элеватора в середину. Благодаря пустотелой конструкции поперечного ворошителя расширяются функциональные возможности картофелекопателя и область применения, то есть возможна уборка картофеля не только на легких, но и тяжелых почвах влажностью более 27 %.

Повреждения при механизированной уборке картофеля неизбежны. Исследованием повреждений клубней картофеля занимались Бышов Н.В. [2], Голиков, А.А. [3], Камалетдинов Р.Р. [4], Костенко М.Ю. [5] и другие. Митрофановым В.С. [6] установлено, что крупные клубни имеют большую инерционность и сильнее повреждаются, чем средние и мелкие; а также повторные удары увеличивают повреждения.

Исследованиями [5], установлено, что механические повреждения картофеля зависят от формы и массы клубня, а также влияют сортовые особенности [5]. Определено, что наименьшее усилие для появления трещин в клубне наблюдается при нагружении по длине клубня для сорта Лорх (720-817 Н), среднее усилие – по ширине (780-827 Н) и максимальное – по толщине (853-895 Н).

Костенко М.Ю. изучал влияние ударных нагрузок бойков различной площади на потемнение мякоти клубня. Исследования по моделированию повреждений клубней картофеля проводили с по-

мощью маятникового копра с энергией удара около 0,704 Дж. Определяли объём повреждённой части клубня в зависимости от силы удара, формы бойка и площади контакта при ударе [5].

Исследованиями повреждения клубней картофеля установлено, что бойки с цилиндрической рабочей поверхностью и площадью контакта 4-2,7 см² дают наименьшие повреждения. Критической является площадь контакта 1,4 см². При её уменьшении наблюдается значительный рост повреждений клубней.

Следует отметить, что недостаточно исследованы вопросы использования эластичных покрытий для предотвращения повреждения клубней картофеля. При ударе клубня о витки поперечного ворошителя упругая оболочка будет нагружена давлением снаружи и внутри. Внутреннее давление P_1 на оболочку витков поперечного ворошителя обусловлено упругостью ее материала, а внешнее давление P_2 – ударной нагрузкой клубней (рис. 2а).

На расчетной схеме бесконечно малый элемент оболочки $abcd$ заключен между окружностями с радиусами r и $r+dr$ и лучами с углами θ и $\theta+d\theta$. Для простоты расчетов условно примем толщину оболочки равной единице (рис. 2 б).

Рассмотрим радиальное смещение оболочки к центру прутка поперечного ворошителя, обозначив его через u , тогда окружное перемещение обозначим через v . Относительная радиальная деформация элемента ϵ_r будет осуществляться вдоль радиуса (стороны ab), а окружная деформация ϵ_θ – по окружности (вдоль дуги bc).

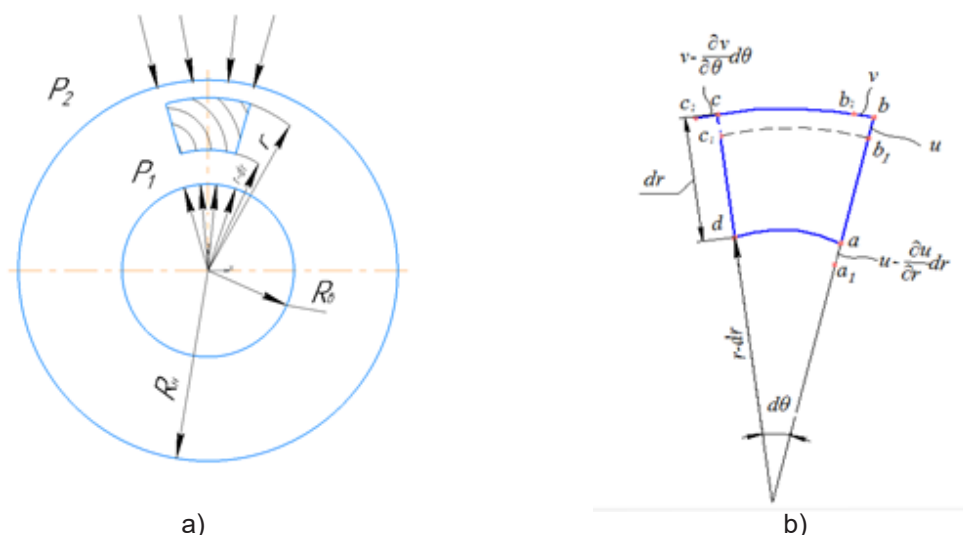


Рис. 2 – Схема к расчету деформации элемента оболочки витка поперечного ворошителя

Применим принцип независимости действия сил и рассмотрим окружную, а потом радиальную деформацию бесконечно малого элемента. Окружная деформация вызвана разностью перемещений по окружности точек a и d (рис. 1 б)

$$\epsilon_\theta^{(1)} = \frac{bb_2 - cc_2}{bc} = \frac{v - v + \frac{\partial v}{\partial \theta} d\theta}{rd\theta} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \theta} \quad (1)$$

где v – величина окружного перемещения, м;
 r – радиус дуги элемента bc , м;
 $d\theta$ – полярный угол элемента оболочки витка;
 $\frac{\partial v}{\partial \theta}$ – окружная относительная деформация;

Окружная деформация также обусловлена переходом дуги $bc = r d\theta$ на радиус $r' = r - u$, что вызывает уменьшение ее длины до размера $b_1c_1 = (r - u) d\theta$



$$\varepsilon_{\theta}^{(2)} = \frac{bc - b_1c_1}{bc} = \frac{rd\theta - (r-u)d\theta}{rd\theta} = \frac{u}{r} \quad (2)$$

где u – величина сжатия оболочки, м.

Тогда полная окружная деформация запишется в виде

$$\varepsilon_{\theta} = \varepsilon_{\theta}^{(1)} + \varepsilon_{\theta}^{(2)} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{u}{r} \quad (3)$$

Первым слагаемым $\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \theta}$ выражения (3) пренебрегаем, потому что при большом радиусе оболочки величина его мала. Радиальное сжатие стороны бесконечно малого элемента ab определяется разностью перемещений точек a и b , в радиальном направлении $ab = dr$:

$$\varepsilon_r = \frac{bb_1 - aa_1}{ab} = \frac{u - (u - \frac{\partial u}{\partial r} dr)}{dr} = \frac{\partial u}{\partial r} \quad (4)$$

где dr – перемещение произвольной точки при сжатии оболочки (приращение радиус-вектора);

$\frac{\partial u}{\partial r}$ – радиальная деформация бесконечно малого элемента.

При объемном сжатии относительные радиальная и окружная деформации для элемента оболочки похожи с учетом допущений на выражения для относительной деформации при плосконапряженном состоянии. Применив закон Гука для плоского напряженного состояния, получим выражение для радиальной деформации [1]:

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E}(\sigma_r - \mu\sigma_{\theta}) \quad (5)$$

где E – модуль упругости материала оболочки, Па;

μ – коэффициент Пуассона материала оболочки.

σ_r – радиальное напряжение оболочки, Па;

Определим условия перемещения при радиальной деформации, приравняв выражения (4) и (5), в результате:

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r} = \frac{1}{E}(\sigma_{\theta} - \mu\sigma_r) \quad (6)$$

Определим напряжение при радиальной деформации, проинтегрировав выражение (6) [1]:

$$\sigma_r = \frac{(p_2 - p_1)k_1^2}{1 - k_1^2} \cdot \frac{1}{k_2^2} + \frac{p_1k_1^2 - p_2}{1 - k_1^2} \quad (7)$$

где

$$k_1 = \frac{R_g}{R_n}, \quad k_2 = \frac{r}{R_g}, \quad R_g \leq r \leq R_n \quad (8)$$

k_1 – коэффициент соотношения наружного и внутреннего радиусов оболочки;

k_2 – коэффициент соотношения внутреннего радиуса и текущего радиуса.

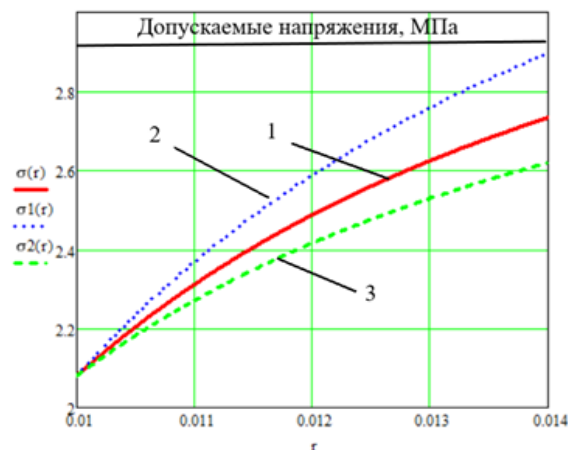
Учитывая, что давление клубня P_2 , действующее на оболочку снаружи, превышает давление на оболочку P_1 со стороны витка, пренебрегаем давлением P_1 . Тогда выражение для радиального напряжения оболочки можно записать в виде:

$$\sigma_r = \frac{P_2}{1 - k_1^2} \left(\frac{k_1^2}{k_2^2} - 1 \right) \quad (9)$$

Полученное выражение радиальных напряжений оболочки от давления клубня при ударе позволяет определить возникающие напряжения при контакте клубня с оболочкой для разных толщины и модуля упругости материала оболочки. Следует отметить, что наибольшие напряжения возникают на поверхности оболочки.

Результаты исследований и их обсуждение

На основании формулы 9 в программе MathCAD был построен график напряжений, возникающих в эластичной оболочке витка в зависимости от ее толщины (рис. 3).



- 1 – толщина покрытия витка 5 мм;
- 2 – толщина покрытия витка 4 мм;
- 3 – толщина покрытия витка 6 мм

Рис. 3 – Зависимость напряжений, возникающих в эластичном покрытии витка поперечного ворошителя, от толщины покрытия в различных его слоях (силиконовая трубка ГОСТ ИСО 14644-1)

В качестве исходных параметров при построении графика использовались толщина покрытия, его механические характеристики и давление (напряжение), возникающее при взаимодействии картофеля с витком поперечного ворошителя.

Анализ зависимости напряжения при различной толщине эластичного покрытия показал, что покрытие в виде силиконовой трубки ГОСТ ИСО 14644-1 способствует уменьшению давления в покрытии от места контакта к центру. Анализируя возможность повреждения клубней картофеля, рассматривали трубки толщиной 4;5;6 мм. Трубки толщиной 4 мм имеют наибольшее контактное на-



пряжение, которое близко к допускаемым напряжениям повреждения клубней [5].

Трубки толщиной 5;6 мм обеспечивают высокую эластичность и способствуют снижению контактных напряжений. В результате нами были выбраны трубки с толщиной стенки 5 мм (ГОСТ ИСО 14644-1), из которых выполнялось покрытие витков поперечного ворошителя.

Заключение

Для улучшения качественных показателей сепарирующих рабочих органов предложено устанавливать поперечный ворошитель, который располагают над прутковым элеватором с возможностью изменения расстояния между ним и прутками элеватора. Навивки поперечного ворошителя взаимодействуют с почвенными комками и клубнями, в результате чего происходит дополнительное разрушение комков и смещение вороха в среднюю часть элеватора. Предотвращение раскатывания клубней за картофелекопателем способствует снижению трудозатрат при подборе картофеля. Установка эластичных трубок на витки поперечного ворошителя уменьшает повреждение клубней. Трубки толщиной 5-6 мм обеспечивают высокую эластичность и способствуют снижению контактных напряжений при взаимодействии витков поперечного ворошителя с клубнями картофеля. В результате нами были выбраны трубки с толщиной стенки 5 мм (ГОСТ ИСО 14644-1), из которых выполнялось покрытие витков поперечного ворошителя.

Список литературы

1. Беляев, Н. М. Сопротивление материалов: 14-е изд. / Н.М. Беляев. – М.: Наука, 1965. – 846 с.
2. Бышов, Н.В. Теоретические и практиче-

ские основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №89. – С. 866 – 876.

3. Голиков, А.А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин / А.А. Голиков // Дис. ... канд. техн. наук - Рязань, 2014. – 138 с.

4. Камалетдинов Р.Р. Научно-методологическое обоснование технологий и технических средств возделывания и уборки картофеля на основе объектно-ориентированного моделирования: автореф. дис...д.т.н. 05.20.01 [Текст] / Р.Р. Камалетдинов; Башкир. гос. аграр. ун-т Уфа 2017 г. -22с.

5. Костенко, М.Ю. Технология уборки картофеля в тяжелых полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / М.Ю. Костенко. - Рязань, 2011. - 462 с.

6. Митрофанов В.С. Физико-механические свойства картофеля. В кн. «Теория, конструкция и производство с/х машин», том V. – М.: Сельхозгиз, 1940.

7. Патент на изобретение № 2672492 РФ, А01D 33/08. Картофелекопатель /Бышов, Н.В. Борычев, С.Н. Костенко, М.Ю. Липин, В.Д. Рузимуродов, А.А; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ; заявл. 10.01.2018; опубл. 15.11.2018 Бюл.№ 32.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ELASTIC MEMBRANES OF WORKING ORGANS OF POTATO HARVESTERS ON THE NATURE OF INTERACTION WITH TUBERS

Byshov Nikolay V., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Operation of Machine and Tractor Park, byshov63@mail.ru

Ruzimurodov Abdugafor A., postgraduate student of the Department of Operation of Machine and Tractor Park, gafor1213@mail.ru

Rembalovich Georgy K., Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Road Transport, rgk.rgatu@yandex.ru

Golakhov Andrey A., postgraduate student of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation, Ryazan State Agro-technological University named after P.A. Kostycheva

Potatoes are cultivated in 20 soil and climatic zones, so this requires different approaches to the operation of potato harvesters to ensure the required quality of tubers. This is also due to the peculiarity of potato growth, because the harvesting machine needs to separate 97 ... 98% of soil impurities from the potato heap without damaging the tubers. The study of the work of the separating working bodies showed that the quality indicators of the technological process of potato harvesters are determined by the content of impurities and damage to potato tubers. For harvesting potatoes on soils with critical moisture content, a transverse turner is installed above the bar elevator. The transverse turner moves the potato heap to the middle of the bar elevator using right and left winding spirals. The spiral winding of the cross tedder provides additional crumbling of soil lumps and improves soil separation and moves the potato heap from the edges to the middle. Thanks to the hollow design of the transverse tedder, the functionality of the potato digger and the field of application are expanded. It was found that the issues of using elastic coatings to prevent damage to potato tubers have not been sufficiently studied. When studying the circumferential and radial deformation of an infinitesimal element of the elastic coating, the principle of the independence of the action of forces was applied. The obtained expression for the radial stresses of the shell from the pressure of the tuber upon impact makes it possible to determine the stresses arising at the contact of the tuber with the shell for different thickness and elastic modulus of the shell material. Tubes of elastic material 5-6 mm thick provide high elasticity and help to reduce contact stresses.



As a result, we chose tubes with a wall thickness of 5 mm (GOST ISO 14644-1), from which the turns of the transverse turner were covered.

Key words: potato digger, transverse turner, bar elevator, separation, elastic tubes, tuber damage.

Literatura

1. Belyaev, N. M. *Soprotivlenie materialov: 14-e izd.* / N.M. Belyaev. – M.: Nauka, 1965. – 846 s.
2. Byshov, N.V. *Teoreticheskie i prakticheskie osnovy primeneniya sovremennykh separiruyushchih ustroystv so vstryahivatelyami v kartofeleuborochnykh mashinakh* [Tekst] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.K. Rembalovich [i dr.] // *Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2013. – №89. – S. 866 – 876.
3. Golikov, A.A. *Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa i rabocheho organa separacii kartofeleuborochnykh mashin* / A.A. Golikov // *Dis. ... kand. tekhn. nauk - Ryazan'*, 2014. – 138 s.
4. Kamaletdinov R.R. *Nauchno-metodologicheskoe obosnovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv vozdel'yvaniya i uborki kartofelya na osnove ob"ektno-orientirovannogo modelirovaniya: avtoref. dis...d.t.n. 05.20.01* [Tekst] / R.R. Kamaletdinov; Bashkir. gos. agrar. un-t Ufa 2017 g. -22s.
5. Kostenko, M.YU. *Tekhnologiya uborki kartofelya v tyazhelykh polevykh usloviyakh s primeneniem innovatsionnykh reshenij v konstrukcii i obsluzhivanii uborochnykh mashin: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.20.01* / M.YU. Kostenko. - Ryazan', 2011. - 462 s.
6. Mitrofanov V.S. *Fiziko-mekhanicheskie svoystva kartofelya*. V kn. «Teoriya, konstrukciya i proizvodstvo s/h mashin», tom V. – M.: Sel'hozgiz, 1940.
7. Patent na izobretenie № 2672492 RF, A01D 33/08. *Kartofelekopatel'* /Byshov, N.V. Borychev, S.N. Kostenko, M.YU. Lipin, V.D. Ruzimurodov, A.A.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO RGATU; zayavl. 10.01.2018; opubl. 15.11.2018 Byul.№ 32.



УДК 621.436

DOI 10.36508/RSATU.2020.81.88.018

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УТЕЧКИ ГАЗА

КОКОРЕВ Геннадий Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», kgd5408@rambler.ru

КОНЫКОВ Иван Юрьевич, аспирант, ivantriplex@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В представленной статье рассматривается проблема диагностирования газобаллонного оборудования, в процессе как технической, так и коммерческой эксплуатации автомобиля, оснащенного этим оборудованием. Одним из способов решения указанной проблемы является использование специальных датчиков и необходимость внедрения газовых датчиков в стандартную комплектацию газобаллонной аппаратуры автомобиля. Вопросы безопасности газобаллонного оборудования весьма актуальны. Любой, кто хоть раз задумывался об установке на автомобиль газобаллонного оборудования, задавался вопросом о его безопасности. Целью работы являлось исследование предложенного способа повышения безопасности использования газобаллонного оборудования на автомобиле. Внедрение газовых датчиков для обнаружения утечек газа и своевременного оповещения пользователя о возникшей в процессе эксплуатации неисправности позволяет своевременно диагностировать и, как следствие, оперативно устранить неисправность. Усовершенствование стандартной комплектации газобаллонного оборудования позволяет повысить информированность пользователей о возникших утечках газа и в связи с этим снизить риски при использовании газобаллонного оборудования на автомобиле. Целью эксперимента в исследовании являлась проверка своевременного выявления утечки газа из системы и сигнализация о данной неисправности. Эксперимент проводился с использованием стандартного переносного газоанализатора. Одним из преимуществ данного исследования являлась автоматизация процесса определения утечек газа, а также универсальность использования предложенных датчиков (подобные доработки газобаллонной аппаратуры автомобиля могут использоваться как для пропан-бутана, так и для метана), что позволяет использовать предложенные решения для большинства автомобилей, работающих на газе. Предложен также алгоритм действия водителя при возникновении запаха газа в салоне

автомобиля.

Ключевые слова: газобаллонное оборудование, газоанализаторы, пропан-бутан, газ, утечка газа, датчики утечки газа, способы обнаружения утечек газа, течеискатель.

Введение

В современных условиях стремительного развития высоких технологий диагностика и ремонт все реже и реже осуществляются раздельно [4-7]. Обычно осуществляется предремонтное диагностирование. При переходе к техническому обслуживанию и ремонту по фактическому техническому состоянию все большую роль играет развитая система диагностирования [4-7]. Данным обстоятельством способствует и постепенное усложнение газобаллонного оборудования (ГБО), и сокращение времени, необходимого компьютеризированным диагностическим системам на выполнение своих функций (сегодня оно исчисляется минутами, и это совсем не предел).

Ремонт и диагностика ГБО сохраняют свою неразрывную связь даже тогда, когда выполняются

вне сервисного центра – на выезде. Переносные диагностические комплексы не уступают стационарным ни в точности, ни в скорости, позволяя оперативно и с прогнозируемо высоким результатом устранять неисправности газобаллонного оборудования автомобилей где угодно – не только в местах их хранения, но и в городе, и на шоссе, и в поле.

Одной из основных проблем, связанных с использованием ГБО на автомобиле, является утечка газа. Проблема данной неисправности связана с тем, что автомобилисты могут определить утечку только по выявлении отчетливого запаха газа и повышенном его расходе.

Объекты и методы

Ниже представлена схема стандартного газобаллонного оборудования автомобиля.

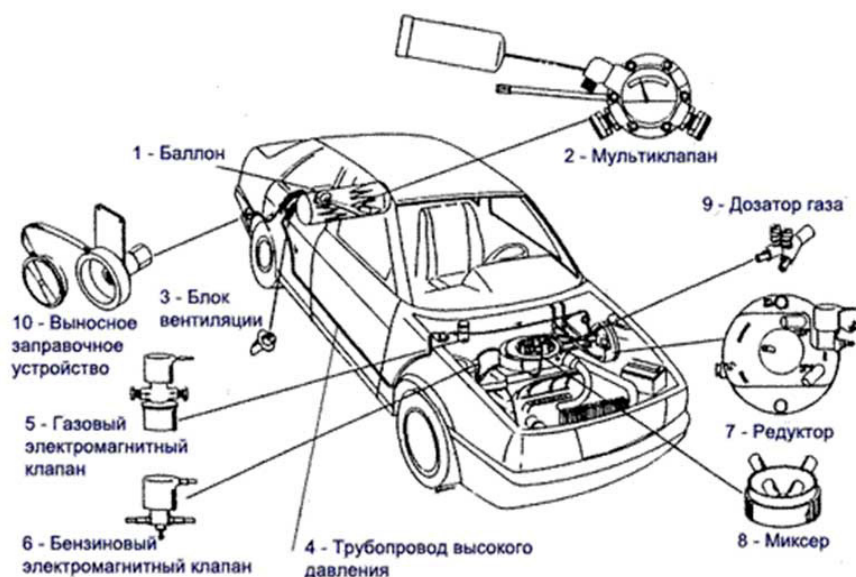


Рис. 1 – ГБО 4-го поколения

Как видно из схемы, стандартное оборудование не комплектуется датчиками утечки газа, что непосредственно влияет на безопасность использования газа на автомобиле в целом [1,2,3].

Стандартный план действий автомобилиста при запахе газа состоит в следующем.

Если во время движения или во время остановки чувствуется отчетливый запах газа в салоне или возле авто, необходимо немедленно принять меры. Первое, что следует сделать — это остановиться и заглушить двигатель, если автомобиль находится в движении, затем перекрыть подачу газа на мультиклапане, который крепится к газовому баллону. Далее следует подождать, пока запах газа выветрится; если этого не происходит и по-прежнему слышна утечка газа (ощущается запах газа), продолжать движение на таком автомобиле нельзя. Необходимо вызвать специалистов для определения проблемы и ее устранения на месте, либо вызвать эвакуатор. Если же запах газа ушел, и вы убедились в том, что утечка

газа прекратилась благодаря перекрытой подаче, можно осуществить пуск двигателя и продолжить движение до ближайшего СТО исключительно на бензине.

Любой запах газа в салоне автомобиля свидетельствует о разгерметизации топливной системы ГБО. Как правило, это связано с баллоном или мультиклапаном, которые чаще всего располагаются в багажнике или в салоне авто.

В связи с этим можно сделать вывод, что при использовании ГБО есть «больные места», где утечка газа наиболее вероятна. Стандартная диагностика утечки газа может производиться несколькими способами, наиболее распространенные будут описаны ниже [1,2,3].

Самый распространенный – «обмыливание» соединений в месте, где больше всего чувствуется запах газового топлива. На стыки и резьбовые соединения наносится мыльный раствор (пена), после чего ведется наблюдение. Если раствор стал пузыриться и менять свою форму, значит, в



этом месте есть нарушение герметичности; если же с обмыленным участком ничего не происходит, можно предположить, что соединение герметично. Хотя следует понимать, что стопроцентной уверенности данный способ не дает. Второй способ обнаружения утечки газа – использование профессионального диагностического оборудования и приспособлений. На СТО используют так называемый течеискатель, который позволяет найти даже малейшие неплотности и микротрещины. В систему заливается специальная жидкость, которая светится в лучах ультрафиолета. Если в системе есть негерметичность, жидкость просачивается и светится под воздействием УФ-лучей. Похожий способ используется для поиска утечки хладагента в системе кондиционирования автомобиля.

Еще один способ обнаружения утечки газа на автомобиле с ГБО – использование детектора утечки газа или газоанализатора, что по сути одно и то же. Такой прибор позволяет безошибочно определить место утечки газа с минимальной затратой времени и сил [1,2,3].

Все способы нацелены только на выявление

места утечки газа, но не на определение причины появления этой утечки в целом.

Для более безопасного использования ГБО нами предложена доработанная схема ГБО 4-го поколения.

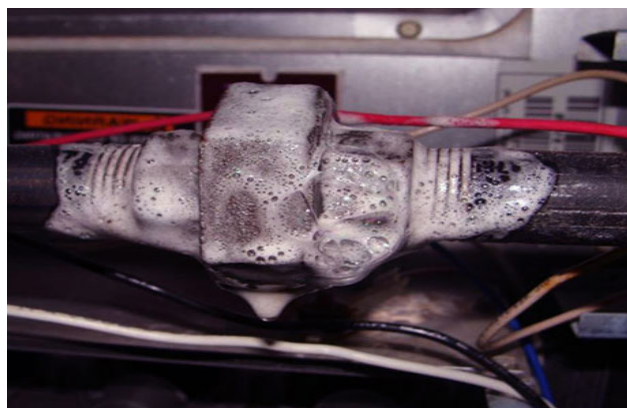


Рис. 2 – Поиск утечки газа при помощи «обмыливания» соединений.

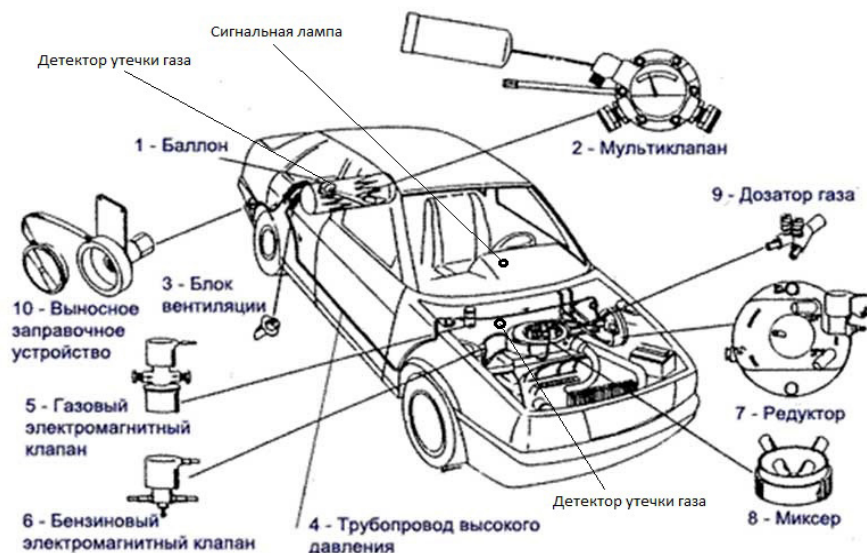


Рис. 3 – Доработанная схема комплектации ГБО 4-го поколения

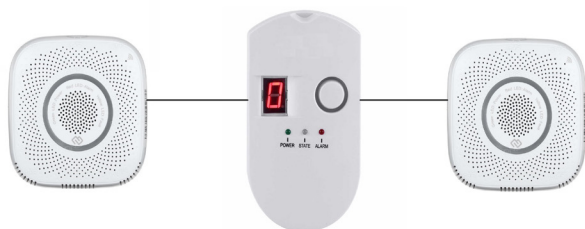


Рис. 4 – Датчики для обнаружения утечки газа

Чаще всего газ уходит по следующим причинам:

- ослабление резьбовых соединений;
- микротрещины в газовой магистрали;
- задубевшие уплотнители, сальники и прокладка резины, чья задача заключается в уплотнении различных соединений и стыков.

Большая часть возможных причин утечки проявляется в районе мультиклапана с газовым баллоном и в районе двигателя автомобиля.

Поэтому для повышения безопасности нами было принято решение модифицировать газобаллонное оборудования двумя чувствительными элементами, датчиками или сенсорами, расположенными рядом с мультиклапаном в районе двигателя автомобиля, и сигнальной лампой в салоне для оповещения пользователя о появлении утечки газа.

Стационарные датчики непрерывно автоматически будут отслеживать концентрацию газа, иметь несколько предустановленных порогов срабатывания, при достижении которых через встроенные реле осуществляется включение сигнальной лампы на приборной панели автомобиля. Для более точных показаний и корректной работы дат-



чики должны калиброваться и проходить проверку каждое обслуживание ГБО ТО-1 (т.е. каждые 10 тыс. км пробега).

При разгерметизации газобаллонного оборудования должен сработать датчик и подать сигнал на сигнальную лампу, водитель будет оповещен загоранием лампы, что будет сигнализировать о неисправности. Дальнейшие действия автомобилиста при выявлении утечки были описаны выше.

Установка датчиков должна быть индивидуальна в каждом автомобиле. Так, например, для автомобилей, работающих на пропан-бутане, будут устанавливаться датчики, распознающие только этот газ, а в автомобилях, оборудованных метаном – только метан. Сделано это для того, чтобы датчики не реагировали на побочные испарения, будь то пары бензина и прочее. Также обязательным критерием для использования датчиков в России в связи с погодными условиями будут рабочие температуры от -30 до $+35$ °C.

Так как молярная масса воздуха, состоящего из 20,9 % объемных долей кислорода O_2 ($M = 2 \cdot 16 = 32$ г/моль) и 79,1 % объемных долей азота N_2 ($M = 2 \cdot 14 = 28$ г/моль), составляет $0,209 \cdot 32 + 0,791 \cdot 28 = 28,836$ г/моль, то любое вещество с молярной массой менее 28,836 г/моль легче воздуха.

Молярная масса пропана (его формула C_3H_8) $M = 12 \cdot 3 + 1 \cdot 8 = 44$ г/моль. Пропан значительно тяжелее воздуха (плотный газ), значит, если будет происходить утечка – газ будет скапливаться внизу. Т.е. первый датчик в моторном отсеке лучше устанавливать чуть ниже редуктора газа, ЭМК газа и прочих «уязвимых мест», но ни в коем случае не ставить его у защиты, т.к. он будет подвержен дополнительному износу. Большинство баллонов для ГБО 4 устанавливаются в отсек для запасного колеса, там же устанавливается и мультиклапан, соответственно, оптимальным решением будет размещение второго датчика там же.

Экспериментальная часть

Для проведения эксперимента был использован переносной измеритель уровня концентрации горючих газов МЕГЕОН 08002, который детектирует

все углеводородные горючие газы, CO , CO_2 в высокой концентрации, сероводород, аммиак, дым, пары растворителей и нефтепродуктов, пары ла-



Рис. 5 – Газоанализатор МЕГЕОН 08002

В ходе эксперимента газоанализатор закреплялся в багажном отсеке вблизи мультиклапана и газового баллона и с внутренней стороны крыла автомобиля. Стояла задача определить время отклика при утечке газа, для этого ослаблялись самые «уязвимые» места в газобаллонном оборудовании. Эксперимент проводился на открытом воздухе, в безветренную погоду при 0 °C при отсутствии паров других жидкостей и газов. Эксперимент отклика газоанализатора в подкапотном пространстве проводился в 3 этапа, 1 – машина работает на холостых оборотах, скорость 0 км/ч, 2 этап – скорость 30 км/ч, и 3 этап – скорость

60 км/ч. Данный этапы были выбраны из-за рассеивания газа ветром при движении автомобиля; т.к. багажный отсек загерметизирован, соответственно, эксперимент в нем проводился в 1 этап. Испытание датчиков в экстремальных условиях не являлось целью опыта, главным были скорость и безошибочность обнаружения утечки газа. Результаты исследований сведены в таблицу, где описаны время отклика газоанализатора на появления утечки газа

Таблица 1 – Время распознавания газоанализатором утечки газа в системе газобаллонного оборудования, с

№ эксперимента	1 газоанализатор в багажном отсеке	2 газоанализатор в подкапотном пространстве автомобиля (0 км/ч)	3 газоанализатор в подкапотном пространстве автомобиля (30 км/ч)	4 газоанализатор в подкапотном пространстве автомобиля (60 км/ч)
1	4	5	6	10
2	3	7	8	8
3	3	6	7	8
4	2	6	8	9
5	3	6	7	10
6	4	8	8	8
7	5	6	8	7
8	2	5	9	8
9	3	5	6	7
10	3	8	5	8



Как и ожидалось, время обнаружения утечки в багажном отсеке намного быстрее, т.к. газ оседает на полу багажного отсека, в отличие от подкапотного пространства автомобиля, где газ оседает на землю и улечивается.

Ниже результаты исследования сведены в диаграмму, где по оси абсцисс перечислены номера опытов, а по оси ординат – время обнаружения утечки.

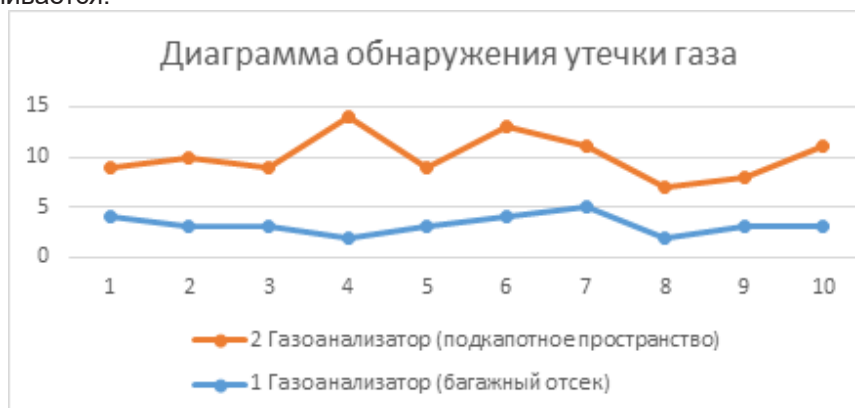


Рис. 6 – Диаграмма обнаружения утечки газа

Среднее время распознавания утечки газа в багажном отсеке составит примерно 3,2 с, в подкапотном пространстве при скорости 0 км/ч – 6,2 с, 30 км/ч – 7,2 с, 60 км/ч – 8,3 с. Как и ожидалось, в результате опытов были замечены закономерности – распознавание утечки увеличивается в подкапотном пространстве при увеличении скорости движения автомобиля, быстрее всего распознать утечку можно в закрытом пространстве – в нашем случае это багажный отсек. Но главный вывод, который можно было сделать после опытов – газоанализатор показал точное распознавание утечки и всякий раз сигнализировал о неисправности.

Исходя из результатов исследования, можно сделать выводы о том, что при использовании газовых датчиков на автомобиле водитель будет своевременно оповещен об утечке газа.

Выводы

Любая, даже незначительная, утечка газа представляет опасность и чревата большими неприятностями, поэтому предложенный способ усовершенствования комплектации ГБО 4-го поколения повысит в первую очередь безопасность его использования, увеличит информированность водителя о неисправностях и отказах газобаллонного оборудования автомобиля, а также ускорит нахождение и устранение неисправности.

В ходе эксперимента выявлено своевременное оповещение водителя об утечке газа в системе. Большим преимуществом данной доработки будет универсальность ее использования (она подходит как для пропан-бутановых газобаллонных аппаратов, так и для метановых). В результате исследований, проводимых на пропан-бутановом газобаллонном оборудовании, было выявлено безошибочное выявление утечки газа. Среднее время обнаружения утечки в багажном пространстве составило 3,2 с, а в подкапотном пространстве в среднем от 6,2 до 8,3 с при условии, что автомобиль движется со скоростью до 60 км/ч. Соответственно, важный вывод – в том, что при уве-

личении скорости автомобиля или сильных порывах ветра время обнаружения утечки в передней части автомобиля будет увеличиваться.

К недостаткам системы газовых датчиков можно отнести их износостойкость. Так, газовый датчик, расположенный в багажном отсеке, прослужит намного дольше, в отличие от датчика под капотом. Воздействие факторов окружающей среды, суровые климатические условия в регионах РФ отрицательно скажутся на долговечности использования датчиков, поэтому для поддержания их работоспособности обязательным условием использования будет проведение своевременного технического обслуживания, проверка работоспособности, что, в свою очередь, повлияет на финансовую составляющую, однако в итоге положительный эффект от внедрения датчиков повысит эффективность использования автомобиля с газобаллонным оборудованием.

Систему газовых датчиков можно устанавливать по желанию автовладельца, но не стоит забывать об удобстве при установке дополнительных опций: например, наряду с манометром или обратным клапаном газоанализатор упростит использование ГБО. Но самым явным преимуществом будет безопасность автовладельца. Не стоит забывать, к каким последствиям может привести даже незначительная неисправность автомобиля, а тем более газобаллонной аппаратуры.

Список литературы

1. Утечка газа на авто с ГБО: вероятные причины и способы обнаружения утечки газа [Электронный ресурс] URL: <https://gboshnik.ru/utechka-gaza-na-avto-s-gbo-veroyatnyie-prichinyi-i-sposobyi-obnaruzheniya-utechki-gaza/>
2. Денисов А.С., Гребенников А.С. Практикум по технической эксплуатации автомобилей. / А.С. Денисов, А.С. Гребенников - М.: «Академия», 2012. - 272 с.
3. Газоанализатор, газосигнализатор. Назначение и классификация. [Электронный ресурс] URL: http://www.analitpribor-smolensk.ru/dop_menu/



gazoanalizator-gazosignalizator/

4.Кокорев, Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

5.Успенский, И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы науч-

но-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

6.Кокорев, Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.Н.Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. Февраль 2010 №1 (14) – С. 39–43.

7.Кокорев, Г.Д. Диагностирование дизельных двигателей методом цилиндрического баланса / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский //Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009.– №8. – С. 45–46.

IMPROVING THE SAFETY OF USING GAS CYLINDER EQUIPMENT BY DIAGNOSING GAS LEAKS

Kokorev Gennady D. Dr. tech. associate Professor, Professor of the Department "Technical operation of transport", kgd5408@rambler.ru

Konkov Ivan Y. post-graduate student, ivantriple@yandex.ru

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

The article deals with the problem of diagnostics of gas cylinder equipment in the process of both technical and commercial operation of a car equipped with the latter. One of the ways to solve this problem is the use of special sensors and the need to introduce gas sensors in the standard configuration of gas cylinder equipment of the car. Safety issues of gas cylinder equipment are very relevant. Anyone who has ever thought about installing gas cylinder equipment on a car has wondered about its safety. The purpose of the research was to improve the safety of using gas cylinder equipment on the car. The introduction of gas sensors to detect gas leaks and timely notify the user of a fault that has occurred during operation makes it possible to diagnose the problem in a timely manner and, as a result, quickly fix it. Improving the standard configuration of gas cylinder equipment allows you to increase user awareness of gas leaks and therefore reduce the risks when using gas cylinder equipment on the car. The purpose of the experiment in the study was to check the timely detection of gas leaks from the system and alarm this fault. The experiment was performed using a standard portable gas analyzer. One of the advantages of these studies was the automation of the gas leak detection process, as well as the versatility of using the proposed sensors (such modifications of the car's gas cylinder equipment can be used for both propane-butane and methane), which allows using the proposed solutions for most cars running on gas. An algorithm for the driver's actions in the event of a gas smell in the car interior is also proposed. Key words: gas cylinder equipment, gas analyzers, propane-butane, gas, gas leak, gas leak sensors, methods for detecting gas leaks, leak detector.

Literatura

1.Utechka gaza na avto s GBO: veroyatnye prichiny i sposoby obnaruzheniya utechki gaza [Elektronnyy resurs]URL: <https://gboshnik.ru/utechka-gaza-na-avto-s-gbo-veroyatnye-prichiny-i-sposoby-obnaruzheniya-utechki-gaza/>

2.Denisov A.S., Grebennikov A.S. Praktikum po tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobilej. / A.S.Denisov, A.S.Grebennikov - M.: «Akademiya», 2012. - 272 s.

3.Gazoanalizator, gazosignalizator. Naznachenie i klassifikaciya. [Elektronnyj resurs]URL: http://www.analitpribor-smolensk.ru/dop_menu/gazoanalizator-gazosignalizator/

4.Kokorev G.D. Povyshenie effektivnosti processa tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozyajstve/G.D. Kokorev//Materialy mezhdunarodnoj yubilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchennoj 60-letiyu RGATU.- Ryazan': RGATU, 2009.S. 166-177.

5.Uspenskij I.A. Osnovnye principy diagnostirovaniya MSKHT s ispol'zovaniem sovremennogo diagnosticheskogo oborudovaniya / I.A. Uspenskij, P.S. Sinicin, G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh rabot studentov RGATU. Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. – Ryazan'. 2011, 1 tom. – S. 263–269.

6.Kokorev G.D. Sovremennoe sostoyanie vibroakusticheskoy diagnostiki avtomobil'nogo transporta / G.D. Kokorev, I.N.Nikolotov, I.A.Uspenskij // Niva Povolzh'ya. Fevral' 2010 №1 (14) – S. 39–43.

7.Kokorev G.D. Diagnostirovanie dizel'nyh dvigatelej metodom cilindrovogo balanssa / G.D. Kokorev, I.N. Nikolotov, I.A. Uspenskij //Traktory i sel'skohozyajstvennyye mashiny. 2009.– №8. – S. 45–46.





РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА ВЛАГИ ПРИ АЭРАЦИИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В ГЕРМЕТИЧНОМ КОНТЕЙНЕРЕ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ

ЛАТЫШЕНОК Михаил Борисович, д-р техн. аук, профессор кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, 1907073@yandex.ru

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru

ЛАТЫШЕНОК Надежда Михайловна, канд. техн. наук, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, t921621@mail.ru

КОСТЕНКО Наталья Алексеевна, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, kp340010@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

Хранение зерна сопровождается потерей массы и снижением его качества. Одной из основных причин этих потерь является повышенная влажность, которая оказывает влияние на интенсивность биохимических процессов, протекающих в зерне. Увлажнение зерна возможно в процессе аэрации. Процесс аэрации межзернового пространства условно можно разделить на три этапа. Во время первого этапа – подготовки к аэрации – вакуумным насосом производится откачка отработанной воздушной смеси с пониженным содержанием кислорода из герметичного контейнера. Во время второго этапа аэрации воздух из окружающей среды из-за разности атмосферного давления и давления внутри контейнера заполняет свободный объем, находящийся в межзерновом пространстве, образуя новую воздушную смесь. Во время третьего этапа – окончания процесса аэрации межзернового пространства – давление воздуха снаружи контейнера становится равным давлению воздуха в межзерновом пространстве внутри контейнера. Для исключения конденсации влаги при аэрации в конструкции герметичного контейнера с регулируемой воздушной средой предусмотрен осушитель, расположенный на верхней крышке контейнера, который представляет собой емкость с влагопоглощающим материалом. Для предотвращения образования конденсата влаги внутри герметичного контейнера объемом 1 м^3 необходимо иметь осушитель воздуха с параметрами: диаметр цилиндрического осушителя $D = 0,1 \text{ м}$; высота $H = 0,12 \text{ м}$, масса адсорбента – силикагеля марки КСКГ $G_c = 0,5 \text{ кг}$. При этом даже в самых неблагоприятных климатических условиях осушитель воздуха в течение 8 часов непрерывной аэрации зерновой насыпи не позволяет повысить влажность воздуха внутри контейнера выше 60 %, что вполне достаточно для периодической аэрации семенного зерна в производственных условиях в течение 7-9 месяцев хранения. Применение осушителя воздуха, заполненного высушенным абсорбентом, в конструкции герметичного контейнера для хранения семенного зерна позволит существенно сократить влажность поступающего воздуха при аэрации контейнера.

Ключевые слова: хранение, семенное зерно, металлический силос, осушитель воздуха, принудительная аэрация.

Введение

В настоящее время в связи с возрастающим производством зерна большую актуальность для фермерских хозяйств приобретает вопрос хранения семенного зерна. Хранение зерна сопровождается потерей массы и снижением его качества. Одной из основных причин этих потерь является повышенная влажность, которая оказывает влияние на интенсивность биохимических процессов, протекающих в зерне [1]. Повышенная влажность воздуха возможна при проведении активной вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном контейнере, поэтому необходимо предварительное осушение наружного воздуха, используемого для вентиляции зерна.

Теоретические предпосылки

Для повышения эффективности хранения семенного зерна в металлическом контейнере была предложена конструкция герметичного контейнера небольшой емкости (до 3 кубических метров), в которой процесс активной вентиляции хранящейся зерновой массы заменен на процесс при-

нудительной вентиляции, требующий меньших энергетических затрат [2-5].

Процесс аэрации межзернового пространства условно можно разделить на три этапа и представить в виде схемы, изображенной на рисунке 1.

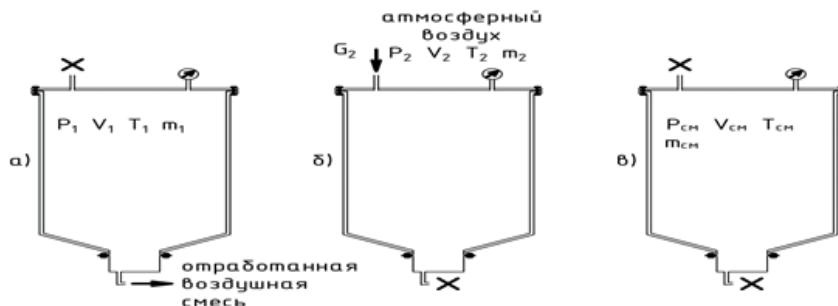
Первый этап (а) – подготовка к аэрации. Во время этого этапа вакуумным насосом производится откачка отработанной воздушной смеси с пониженным содержанием кислорода из герметичного контейнера. После откачки остатки воздушной смеси будут иметь параметры давления, удельного объема, температуры и массы соответственно p_1, v_1, T_1, m_1 .

Второй этап (б) – аэрация межзернового пространства. Во время аэрации воздух из окружающей среды из-за разности атмосферного давления и давления внутри контейнера заполняет свободный объем, находящийся в межзерновом пространстве, образуя новую воздушную смесь, которая имеет параметры p_2, v_2, T_2, m_2 .

Третий этап (в) – окончание процесса аэрации межзернового пространства. Он начинается, ког-

да давление воздуха снаружи контейнера становится равным давлению воздуха в межзерновом пространстве внутри контейнера. Образовавшаяся

внутри контейнера воздушная смесь имеет параметры p_{cm} , V_{cm} , T_{cm} , m_{cm} .



а – подготовка к принудительной аэрации межзернового пространства;

б – аэрация межзернового пространства;

в – окончание принудительной аэрации межзернового пространства.

Рис. 1 – Поэтапная схема аэрации зерновой насыпи, находящейся в контейнере с регулируемой воздушной средой

Общую массу воздуха m_2 , поступающую в контейнер при аэрации межзернового пространства, можно определить по формуле

$$m_2 = (m_{cm} - m_1), \quad (1)$$

где m_1 – масса отработанной воздушной смеси, оставшейся в контейнере после откачки воздуха с пониженным содержанием кислорода, кг;

m_{cm} – масса свежей воздушной смеси, образовавшейся в контейнере после аэрации межзернового пространства, кг.

Удельный объем образованной воздушной смеси u_{cm} будет равен

$$u_{cm} = \frac{V_{cb}}{m_{cm}} \quad (2)$$

где V_{cb} – свободный объем, занимаемый воздухом внутри герметичного контейнера, m^3 ;

Для определения параметров состояния воздушной смеси с учетом затрат энергии на аэрацию зерновой массы, находящейся в контейнере, было сделано допущение, что процесс аэрации протекает адиабатно, без подвода тепла из окружающей среды, $Q = 0$. Тогда на основании первого закона термодинамики может быть получено уравнение:

$$U_{cm} - (U_1 + U_2) + A = 0 \quad (3)$$

где U_{cm} – внутренняя энергия воздушной смеси в контейнере после аэрации, Дж;

U_1 – внутренняя энергия воздушной смеси в контейнере до аэрации, Дж;

U_2 – внутренняя энергия атмосферного воздуха в окружающей среде, Дж;

A – внешняя работа воздушной смеси при заполнении контейнера во время аэрации, Дж.

Внешнюю работу A , в соответствии с законами термодинамики, можно определить из выражения $A = -p_2 V_2$. (4)

где V_2 – объем поступившего атмосферного воздуха в контейнер с семенами, m^3 ;

p_2 – давление поступившего атмосферного воздуха в контейнер для хранения семян, Па.

Тогда кинетическая энергия смеси будет равна

$$U_{cm} = U_1 + U_2 + p_2 V_2 \quad (5)$$

Масса поступающей воздушной смеси описана уравнением:

$$m_2 = G_2 \cdot \tau \quad (6)$$

где G_2 – удельный расход атмосферного воздуха, кг/с;

τ – время аэрации межзернового пространства, с.

Считая воздушную смесь, поступающую в герметичный контейнер в процессе аэрации, идеальным газом и учитывая кинетическую энергию потока воздушной смеси с массой и скоростью W_2 , можно определить температуру воздушной смеси по окончании процесса аэрации зерновой массы:

$$T = \omega_1 T_1 + k \omega_2 T_2 + \frac{g_2 W_2^2}{2}, \quad (7)$$

где $k = c_p / c_v$ – отношение изобарной и изохорной теплоемкостей;

$\omega_1 = m_1 / m$; $\omega_2 = m_2 / m$ – массовые доли воздушно-газовой смеси, находящейся в контейнере до смешения и поступившей в контейнер в процессе.

Если сделать допущение, что скорость заполнения герметичного контейнера атмосферным воздухом будет постоянной величиной, то возможно пренебречь кинетической энергией потока

атмосферного воздуха с массой m_2 , тогда температура свежей воздушной смеси T_{cm} будет равна

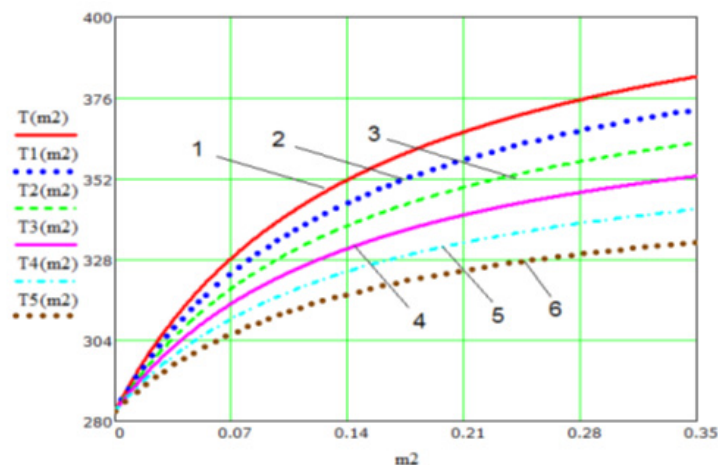
$$T_{cm} = (T_1 \cdot m_1 + k \cdot T_2 \cdot m_2) / (m_1 + m_2), \quad (8)$$

Используя полученное уравнение 8, в программе Mathcad была построена графическая зависимость, представленная на рисунке 2. Анализ полученной зависимости показал, что во время аэрации зерновой массы, находящейся в герметичном контейнере, температура поступающего воздуха повышается. Учитывая, что масса свежей воздушной смеси существенно ниже массы



семян в контейнере, увеличение температуры не оказывает существенного влияния на температуру семян, что не исключает вероятность образования

конденсата влаги из поступившего в контейнер атмосферного воздуха.



Температура поступающего воздуха: 1 – $T_2=303$ °K; 2 – $T_2=293$ °K; 3 – $T_2=283$ °K; 4 – $T_2=273$ °K; 5 – $T_2=263$ °K; 6 – $T_2=253$ °K.

Рис. 2 – Зависимость изменения температуры воздушной смеси от массы атмосферного воздуха, поступающего в силос в процессе аэрации

Для исключения конденсации влаги при аэрации в конструкции герметичного контейнера с регулируемой воздушной средой предусмотрен осушитель, который представляет собой емкость с влагопоглощающим материалом. В качестве влагопоглощающего материала может быть использован силикагель марки КСКГ.

Для определения параметров осушителя было установлено количество влаги в атмосферном воздухе, используемого для аэрации

$$B = G_2 (d_1 - d_2) \cdot \tau_c, \quad (9)$$

где B – количество влаги, кг;

G_2 – удельный расход атмосферного воздуха, необходимого для принудительной аэрации зерновой насыпи, кг/с;

d_1 – начальное влагосодержание воздуха, кг/м³;

d_2 – требуемое влагосодержание воздуха в осушителе, кг/м³;

τ_c – длительность осушения, с;

Определение необходимых массы G_c (кг) и объема V_c (м³) адсорбента проводили по выражениям:

$$G_c = B / \alpha_c, \quad (10)$$

$$V_c = G_c / \rho_c, \quad (11)$$

где α_c – сорбционная способность силикагеля, $\alpha_c = 0,08-0,11$;

ρ_c – удельный вес силикагеля, $\rho_c = 600$ кг/м³.

Фильтрующая поверхность осушителя F_c (м²) определяется выражением:

$$F_c = G_c / (\rho_c v), \quad (12)$$

где v – скорость воздушного потока при продувке, м/с.

Тогда необходимая толщина слоя силикагеля δ_c определяется выражением:

$$\delta_c = V_c / F_c, \quad (13)$$

Приблизительная толщина слоя силикагеля в осушителе при скорости воздушного потока $v = 0,15-0,5$ м/с может быть определена из

выражения:

$$\delta_c = 0,07(d_1 - d_2) \cdot \tau_c \cdot v. \quad (14)$$

Расчет, проведенный на основании полученных выражений, показал, что для предотвращения образования конденсата влаги внутри герметичного контейнера объемом 1 м³ в процессе принудительной аэрации зерновой массы необходимо иметь осушитель воздуха с параметрами: диаметр осушителя $D = 0,1$ м; высота осушителя $H = 0,12$ м, масса адсорбента – силикагеля марки КСКГ $G_c = 0,5$ кг.

Материалы и методы исследований

Применение осушителя воздуха, заполненного высушенным абсорбентом, в конструкции герметичного контейнера для хранения семенного зерна позволит существенно сократить влажность поступающего воздуха при аэрации контейнера. Для хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой был применен осушитель в виде разъемного цилиндра, заполненного силикагелем марки КСКГ. Осушитель монтировался на верхней крышке контейнера. Для оценки влияния параметров окружающей среды на эффективность работы осушителя были проведены эксперименты. Эксперименты проводились в камере искусственного климата КОМЕГ КМНВ-6, в рабочий объем которой устанавливался металлический контейнер с осушителем воздуха объемом 1 м³, заполненный зерном. Внутри контейнера на поверхности зерновой насыпи устанавливался регистратор влажности и температуры воздуха с USB-интерфейсом модели DT-171. Эксперименты проводились при относительной влажности воздуха 90 % и температурном режиме от 263 до 293 °K.

Результаты исследований и их обсуждения

Полученные в ходе экспериментов результаты представлены на рисунке 3.

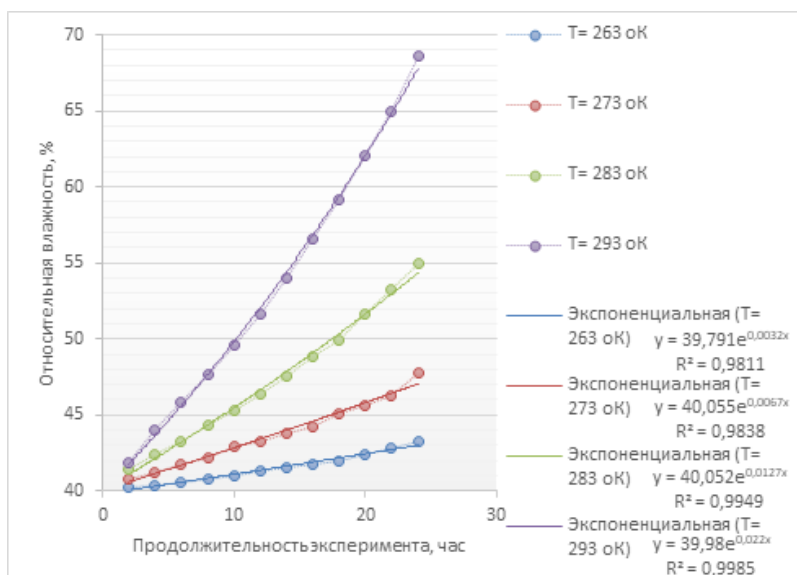


Рис.3 – Продолжительность эффективной работы осушителя воздуха в зависимости от изменения внешних климатических условий

Из графиков видно, что время эффективной работы осушителя зависит от температуры окружающей среды, так как с ростом температуры увеличивается содержание водяных паров в воздухе. При этом даже в самых неблагоприятных климатических условиях осушитель воздуха в течение 8 часов непрерывной аэрации зерновой насыпи не позволяет повысить влажность воздуха внутри контейнера выше 60%, что вполне достаточно для периодической аэрации семенного зерна в производственных условиях в течение 7-9 месяцев хранения.

Заключение

По итогам проведенных исследований можно сделать вывод, что применение осушителя воздуха на герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой для хранения семенного зерна позволит избежать конденсации влаги внутри контейнера при аэрации зерновой насыпи.

Список литературы

1. Трисвятский, Л. А. Хранение сельскохозяйственных продуктов / Л. А. Трисвятский, Лесик, В. Н. Курдина ; Под общ. ред. Л. А. Трисвятского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1983 - 383с.
2. Устройство для хранения зерна в регулируемой газовой среде и способ его осуществления : Патент России № 2 689 732. / Латышенко М.Б., Ивашкин А.В., Биленко В.А. - 2019. Бюл. №16

3. Устройство хранения зерна в регулируемой воздушной среде и способ его осуществления. Патент России / Латышенко М.Б., Ивашкин А.В. Латышенко Н.М., Биленко В.А., Голубенко М.И. № 2 713 802. 2020. Бюл. № 4.

4. Особенность хранения семенного зерна в герметичных контейнерах с регулируемой воздушной средой/ Н. М. Латышенко, М. Б. Латышенко, В. А. Макаров, А. В. Ивашкин // Материалы 70-й Международной научно-практической конференции «Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса», 2019. - С. 229-233.

5. Контейнерный способ хранения семенного зерна в малых фермерских хозяйствах/ Н. М. Латышенко, М. Б. Латышенко, В. А. Биленко, А. В. Ивашкин // Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции «Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса», 2018. - С. 58-62.

6. Лабораторные исследования сохранности семенного зерна в контейнерах с разряженной атмосферой / М. Б. Латышенко, М. Ю. Костенко, Н. М. Латышенко, А. В. Ивашкин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. - №3 (39). – С. 98 – 102.

RESULTS OF THE STUDY OF THE FORMATION OF MOISTURE CONDENSATE DURING AERATION OF GRAIN MASS IN A SEALED CONTAINER WITH A REGULATED AIR MEDIUM

Latyshenok Mikhail B., Dr. Sci., Professor of the Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, I907073@yandex.ru

Kostenko Mikhail Yu., Dr. Sci., Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru

Latyshenok Nadezhda M., Cand. tech. Sci., Associate Professor of the Department of Organization of Transport Processes and Life Safety, t921621@mail.ru

Kostenko Natalia A., Cand. tech. Sci., Associate Professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, kn340010@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev



Grain storage is accompanied by a loss of mass and a decrease in its quality. One of the main reasons for these losses is high humidity, which affects the intensity of biochemical processes in the grain. Grain moistening is possible during the aeration process. The process of aeration of the intergranular space can be conditionally divided into three stages. During the first stage of preparation for aeration - a vacuum pump is used to pump out the spent air mixture with a reduced oxygen content from a sealed container. During the second stage - aeration, air from the environment fills the free volume due to the difference in atmospheric pressure and pressure inside the container, forming a new air mixture in the intergranular space. During the third stage - the end of the intergranular space aeration process, the air pressure from the outside of the container becomes equal to the air pressure in the intergranular space inside the container. To eliminate moisture condensation during aeration in the design of a sealed container with a controlled air environment, a study was carried out on a dehumidifier, which is a container with a moisture-absorbing material. to prevent the formation of moisture condensation inside a sealed container with a volume of 1 m³. In the process of forced aeration of the grain mass, it is necessary to have an air dryer with the following parameters: dryer diameter $D = 0.1$ m; the height of the desiccant is $H = 0.12$ m, the mass of the adsorbent is KSKG silica gel $G_c = 0.5$ kg. At the same time, even in the most unfavorable climatic conditions, the air dehumidifier during 8 hours of continuous aeration of the grain embankment does not allow increasing the air humidity inside the container above 60%, which is quite enough for periodic aeration of seed grain in production conditions during 7-9 months of storage. The use of a dehumidifier filled with dried adsorbent in the construction of a sealed container for storing seed grains will significantly reduce the humidity of the incoming air during aeration of the container.

Key words: storage, seed grain, metal silo, air dryer, forced aeration.

Literatura

1. Trisvyatskij L.A., Lesik, Kurdina V.N. Hranenie sel'skohozyajstvennykh produktov / Pod obshch. red. L.A. Trisvyatskogo. - 3-e izd., pererab. i dop. - M.: Kolos, 1983 - 383s.
2. Latyshenok M.B., Ivashkin A.V., Bilenko V.A. Ustrojstvo dlya hraneniya zerna v reguliruemoy gazovoy srede i sposob ego osushchestvleniya. Patent Rossii № 2 689 732. 2019. Byul. №16
3. Latyshenok M.B., Ivashkin A.V. Latyshenok N.M., Bilenko V.A., Golubenko M.I. Ustrojstvo hraneniya zerna v reguliruemoy vozduшной srede i sposob ego osushchestvleniya. Patent Rossii № 2 713 802. 2020. Byul. № 4.
4. Latyshenok, N.M. Osobennost' hraneniya semennogo zerna v germetichnykh kontejnerah s reguliruemoy vozduшной sredoy/ N.M. Latyshenok, M.B. Latyshenok, V.A. Makarov, A.V. Ivashkin // Materialy 70-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Vklad universitetskoj agrarnoy nauki v innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa», 2019. - S. 229-233.
5. Latyshenok, N.M. Kontejnernyj sposob hraneniya semennogo zerna v malyykh fermerskikh hozyajstvakh/ N.M. Latyshenok, M.B. Latyshenok, V.A. Bilenko, A.V. Ivashkin // Materialy 69-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnoe nauchno-obrazovatel'noe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa», 2018. - S. 58-62.
6. Laboratornye issledovaniya sohrannosti semennogo zerna v kontejnerah s razryazhennoj atmosferoy /M.B. Latyshenok, M.YU. Kostenko, N.M. Latyshenok, A.V. Ivashkin //Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. - №3 (39). – S. 98 – 102.



УДК 631.363:664.22

DOI 10.36508/RSATU.2020.25.84.020

ИСПЫТАНИЯ ОБЕЗВОЖИВАТЕЛЯ ПРОДУКТОВ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ОРЕШКИНА Мария Владимировна, д-р техн. наук, профессор кафедры: «Технические системы в агропромышленном комплексе»

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева

Статья посвящена исследованию технологического фильтрования продуктов картофелекрахмального производства (ПККП) в динамическом фильтре-саузителе и обезвоживания в шнековом прессе двухстороннего сжатия. Анализ показывает, что в кормах, получаемых за счёт полевого кормопроизводства, на каждую кормовую единицу приходится 90 г переваримого протеина, а научно обоснованными нормами кормления животных предусмотрено 105-110 г. В мезгу переходит крахмал в связанном (в неразорванных клетках) и свободном состоянии до 4 % в пересчете на сухое вещество мезги. Картофельная мезга содержит 94-96 % влаги. Содержание в мезге значительного количества крахмала придаёт высокую кормовую ценность, но малое содержание белковых веществ и большая влажность снижают её питательность и транспортабельность. В зависимости от

© Орешкина М. В., 2020 г.



применяемой технологии и технического оснащения картофелекрахмальных заводов получается неразбавленный сок с 6-7 % сухого вещества, разбавленный картофельный сок с 4-5% сухого вещества и соковая вода с 5-8 кратным разбавлением сока. Но заводы вынуждены сбрасывать большую часть мезги и весь клеточный сок в сточные воды. Сточные воды, обладающие биологической активностью, попадая в водоемы, загрязняют их, что приводит к уничтожению рыбных ресурсов. По агрегатному состоянию ПККП представляют собой жидкую неоднородную тонкодисперсную среду, состоящую из мелких частиц мезги размером 0,1-0,3 мм, крупных – размером 0,3-1,2 мм, концентрированного или разбавленного водой сока и пены. Предложена конструкция гидродинамического фильтра-сгустителя, на которую получен патент на изобретение № 212726, и пресса двухстороннего сжатия, испытанные в производственных условиях. Теоретически определена объемная скорость фильтрования внешнего цилиндра продуктов картофелекрахмального производства, площадь трехзаходной спирали и площадь поверхности выделенного осадка.

Ключевые слова: продукты картофелекрахмального производства, мезга, неразбавленный и разбавленный картофельный сок, соковая вода, объемная скорости фильтрования, осадок.

Введение

Увеличение производства продукции животноводства немыслимо без создания прочной кормовой базы, дальнейшего её укрепления за счет использования отходов пищевой и перерабатывающей промышленности. Рациональное комплексное использование сельскохозяйственной продукции и вторичных сырьевых ресурсов, создание безотходной технологии переработки являются важным фактором охраны окружающей среды и увеличения производства продукции кормового, пищевого и технического назначения из отходов картофелекрахмальных предприятий.

Анализ показывает, что в кормах, получаемых за счёт полевого кормопроизводства, на каждую кормовую единицу приходится 90 г переваримого протеина, а научно обоснованными нормами кормления животных предусмотрено 105-110 г.

В мезгу переходит крахмал в связанном (в неразорванных клетках) и свободном состоянии до 4 % в пересчете на сухое вещество мезги. Картофельная мезга содержит 94-96 % влаги. Содержание в мезге значительного количества крахмала придаёт высокую кормовую ценность, но малое содержание белковых веществ и большая влажность снижают её питательность и транспортабельность.

В зависимости от применяемой технологии и технического оснащения картофелекрахмальных заводов получается неразбавленный сок с 6-7% сухого вещества, разбавленный картофельный сок с 4-5% сухого вещества и соковая вода с 5-8 кратным разбавлением сока. Но заводы вынуждены сбрасывать большую часть мезги и весь клеточный сок в сточные воды. Сточные воды, обладающие биологической активностью, попадая в водоемы, загрязняют их, что приводит к уничтожению рыбных ресурсов.

По агрегатному состоянию ПККП представляют жидкую неоднородную тонкодисперсную среду, состоящую из мелких частиц мезги размером 0,1-0,3 мм, крупных – размером 0,3-1,2 мм, концентрированного или разбавленного водой сока и пены.

Целью исследования является анализ влияния конструктивно-технологических факторов на производительность, энергоёмкость процессов фильтрования и отжима мезги.

Программа и методика исследований

Основная задача состояла в оценке работоспособности и выявления оптимальных режимов работы обезвоживателя в комплекте фильтрами-сгустителями, переработки продуктов картофелекрахмального производства на корм скоту.

Программа производственных исследований предусматривала определение следующих характеристик:

1 – производительность обезвоживателя в комплекте с динамическими фильтрами-сгустителями;

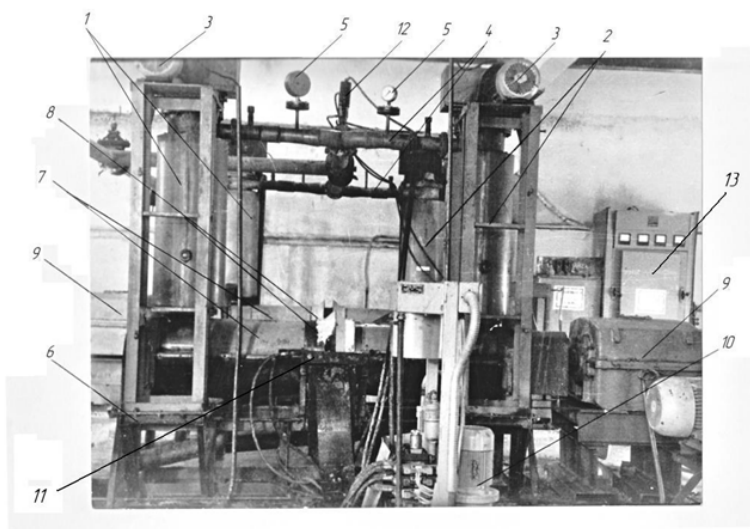
2 – влажность сгущенной твердой фазы, выходящей из фильтров-сгустителей и отжатого корма из пресса;

3 – содержание взвешенных твердых частиц в отходах картофелекрахмального производства и фильтрате;

4 – влияние конструктивно-технологических факторов на производительность, энергоёмкость процессов фильтрования и отжима мезги.

Представленный на рисунке 1 обезвоживатель мезги картофельной ОМК-250 состоит из левого 1 и правого 2 динамических фильтров-сгустителей, имеющих самостоятельный привод; питающего коллектора 4 с манометрами 5; рамы 6; шнекового пресса двухстороннего сжатия 7; регулятора влажности 8; привода шнекового пресса 9; гидросистемы, включающей гидростанцию 10, гидроцилиндры 11, гидрозадвижки 12 и трубопроводы; электрической системы, состоящей из электрического шкафа 13 управления электродвигателями, смонтированными на агрегатах, электромагнитов управления гидрораспределителями, установленными на гидростанции и соединительной проводки.

В предложенной конструкции обезвоживателя процесс обезвоживания ПККП осуществляется в два этапа – сгущение в динамических фильтрах [6] и механический отжим в прессах.



1 – фильтр левый; 2 – фильтр правый; 3 – привод редукторов; 4 – коллекторы питающие; 5 – манометры; 6 – рама; 7 – пресс шнековый двухстороннего сжатия; 8 – регуляторы влажности; 9 – приводы пресса шнекового; 10 – гидростанция; 11 – гидроцилиндры; 12 – гидроадаптеры; 13 – электрический шкаф

Рис. 1– Общий вид обезвоживателя в комплекте с динамическими фильтрами-сгустителями

Динамический фильтр (левый 1 и правый 2) содержит вертикальный корпус, привод редукторов 3, питающий коллектор 4, манометр 5, патрубки для слива фильтрата и горловину отвода сгущенного осадка твердой фазы. В каждом корпусе с зазором и соосно друг другу установлены внешний перфорированный цилиндр и внутренний перфорированный цилиндр. В центре вертикального корпуса динамического фильтра установлен полый вал, на котором закреплена многозаходная спираль для очистки фильтрующих поверхностей цилиндров от осевших твердых частиц продуктов картофелекрахмального производства. В нижней части конического корпуса фильтра установлен перфорированный корпус, внутри которого расположен выгрузной шнек.

Обезвоживатель ОМК-250 работает следующим образом. Картофельная белковая суспензия под давлением 0,1-0,5 МПа непрерывно поступает в цилиндрический корпус фильтра-сгустителя через тангенциальные патрубки и, вращаясь, заполняет винтовые каналы спирали. Вращающаяся спираль очищает полностью перфорированные поверхности цилиндров от осевших твердых частиц. При движении ПККП по винтовому каналу фильтрат под давлением уходит через перфорацию цилиндров. Из внутреннего цилиндра фильтрат выводится через четыре патрубка, а из внешнего цилиндра – через патрубок в кожухе. По мере продвижения потоки ПККП сгущаются за счет фильтрации и отвода жидкости. Далее ПККП попадают в вертикальные двухзаходные шнеки, где они продолжают обезвоживаться за счет нарастающего давления в конусном корпусе.

Сгущенная фракция подается в загрузочные горловины шнекового пресса двухстороннего сжатия. Из загрузочных горловин витки шнека перемещают твердую фракцию вдоль перфорированного цилиндра к его середине. При этом постепенно возрастает давление отжима, в результате

чего происходит отжим жидкости из межвитковых слоев материала. Жидкая фракция вытекает через перфорированную поверхность цилиндра и сливается в сборники фильтрата. При достижении встречными слоями твердой фракции последних витков шнека, где размещен участок двухстороннего сжатия, они подвергаются максимальному отжиму, благодаря чему дополнительно выдавливается жидкость. Обезвоженная твердая фракция, достигнув середины перфорированного цилиндра, под воздействием двухстороннего сжатия выдавливается в выходное окно, меняя при этом своё направление движения на перпендикулярное. Вышедший из окна отжатый сырой корм отводится на дальнейшую переработку. Опыты проводили в пяти-кратной повторности.

К особенностям конструкции обезвоживателя необходимо отнести следующее. Вместо бункера исходного материала установлены динамические фильтры-сгустители. Шнековый пресс на обоих концах перфорированного цилиндра имеет загрузочные горловины для продукта, а в середине участок двухстороннего сжатия. Шнек выполнен симметричным относительно середины, с противоположной навивкой спиралей с разрывом в зоне окна для выхода отжатого продукта. Такая конструкция пресса позволяет повысить производительность и уплотнить продукт с двух сторон равномерно распределенным давлением, что увеличивает степень обезвоживания, а радиальный вывод обезвоженного продукта способствует устойчивому удержанию пробки из отжатого материала в зоне выходного окна, что стабилизирует технологический процесс. В прессе осевые усилия симметричных сторон шнека направлены навстречу друг другу и теоретически они взаимно уничтожаются, а это позволяет отказаться от специальных упорных подшипников.

Данная конструкция обезвоживателя оригинальна по компоновке и обладает новизной тех-



нического решения (Пат. РФ №2162726, а. с. № 1639971).

Проверка работоспособности, уточнение технических характеристик динамических фильтро-сгустителей и шнекового пресса двухстороннего сжатия осуществлялась путем ведомственных испытаний в цехе сырых кормов Ибресинского крахмалопаточного комбината. Испытаниями установлено, что обезвоживатель в комплекте с динамическими фильтрами работает стабильно и обеспечивает процесс обезвоживания ПМКП до требуемой влажности.

На рисунках 2 и 3 в качестве примера приведены результаты испытаний левого фильтро-сгустителя. На рис. 2 представлена графическая зависимость скорости фильтрации ПМКП, влажности сгущенной твердой фазы от давления исходной суспензии при подаче в фильтр. Из графика видно, что с повышением давления суспензии от 0,1 до 0,5 МПа скорость фильтрации через поверхность внешнего цилиндра при толщине осадка 0,002 м возрастает с $5,6 \cdot 10^{-3}$ до $28 \cdot 10^{-3}$ м/с (прямая 1), а через поверхность внутреннего цилиндра при такой же толщине осадка скорость фильтрации возрастает с $3,97 \cdot 10^{-3}$ до $19,8 \cdot 10^{-3}$ м/с (прямая 3). С увеличением толщины осадка сгущенной твердой фазы с 0,002 до 0,005 м при давлении суспензии 0,5 МПа скорость фильтрации ПМКП через поверхность внешнего цилиндра уменьшается с $28 \cdot 10^{-3}$ до $10,8 \cdot 10^{-3}$ м/с (прямая 2). Это объясняется тем, что при увеличении толщины осадка изменяется его структура под действием градиента давления. На границе осадка с суспензией давление повышается пропорционально сопротивлению слоя осадка. В результате частицы деформируются и осадок уплотняется, закрывая поры для прохождения жидкости и пены через слой сгущенной твердой фазы ПМКП. Поэтому влажность осадка твердой фазы W_T при давлении выше 0,3 МПа увеличивается с 81 до 85%.

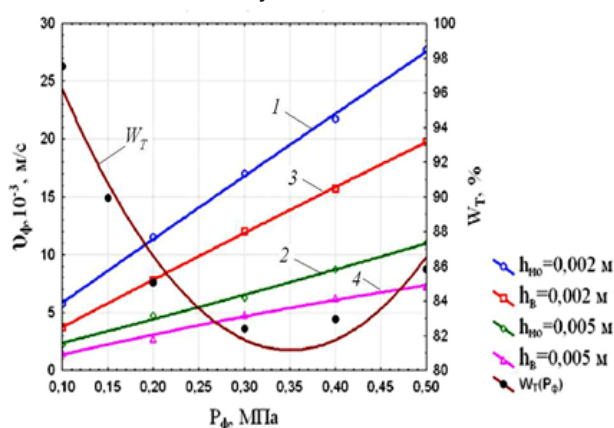


Рис. 2 – Зависимость скорости фильтрации через поверхности внешнего и внутреннего цилиндров а влажности сгущенной твердой фазы W_T от давления подачи исходной суспензии в фильтр P_f при различной толщине осадка.

Установлено, что скорость фильтрации ОККП зависит от радиуса кривизны фильтрующих

поверхностей сгустителя. Так, например, при минимальном давлении подачи ПМКП 0,3 МПа при толщине слоя твердой фазы 0,002 м скорость фильтрации через поверхность внешнего цилиндра с радиусом 0,139 м составила $16,8 \cdot 10^{-3}$ м/с (прямая 1), а через поверхность внутреннего цилиндра с радиусом 0,099 м скорость фильтрации снизилась до $11,9 \cdot 10^{-3}$ м/с (прямая 3).

Это объясняется тем, что поверхность фильтрации внутреннего цилиндра на 31,3% меньше поверхности внешнего цилиндра. В результате процесс образования осадка заданной толщины на поверхности внутреннего цилиндра интенсивнее.

На рис. 3 представлена графическая зависимость производительности левого фильтра по исходным ПМКП Q , сгущенной твердой фазы Q_T и энергоёмкости процесса фильтрации N_f от давления суспензии при подаче в фильтр. Из графика видно, что с повышением давления ПМКП в сгустителе от 0,1 до 0,5 МПа, его производительность по исходной суспензии возрастает с 2 до 3,7 т/ч, а по сгущенной твердой фазе - с 0,26 до 0,7 т/ч. Энергоёмкость процесса фильтрации в указанном диапазоне давления снижается с 0,95 до 0,25 кВт ч. Содержание взвешенных частиц в фильтрате не превышает 1%. Аналогичный характер зависимостей имеет и правый фильтр.

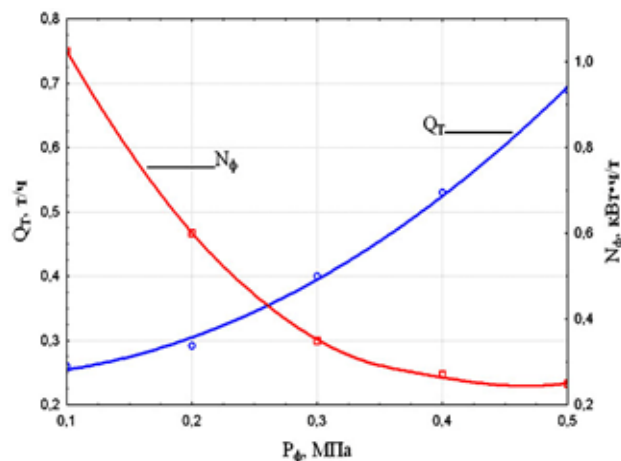


Рис. 3 – Зависимость производительности левого фильтра по исходным ПМКП, сгущенной твердой фазе Q_T и энергоёмкости процесса фильтрации N_f от давления подачи P_f .

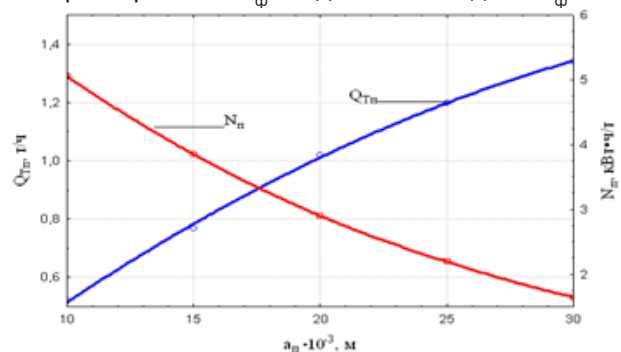


Рис. 4 – Зависимость производительности шнекового пресса по твердой фазе Q_m и энергоёмкости процесса отжима N_n от ширины регулятора влажности a_n .



На рисунках 4 и 5 представлена графическая зависимость производительности шнекового пресса по отжатой твердой фазе $Q_{\text{тп}}$, фильтрату $Q_{\text{фп}}$, влажности обезвоженного корма W_k и энергоёмкости процесса отжима $N_{\text{уд.п}}$ от ширины выходного окна регулятора влажности ап. Из графика видно, что с увеличением ширины окна от 0,01-0,03 м производительность пресса по обезвоженной твердой фазе повышается с 0,539 до 1,341 т/ч, а по фильтрату – с 1,87 до 2,7 т/ч, при этом влажность твердой фазы увеличивается с 63,1 до 76,7 %, а энергоёмкость процесса отжима твердой фазы снижается 4,8 до 1,5 кВт ч/т. Это объясняется тем, что с увеличением ширины выходного окна регулятора влажности уменьшается давление отжима твердой фазы и сокращается время его действия на порцию продукта, находящегося в камере пресса.

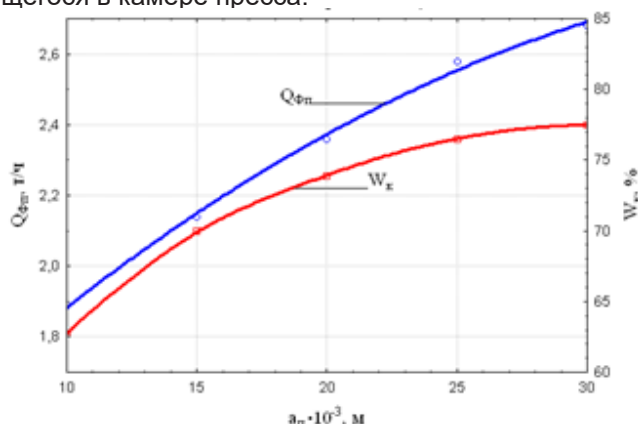


Рис. 5 – Зависимость по фильтрату ПККП $Q_{\text{фп}}$, влажности корма W_k от ширины регулятора влажности a_n .

В результате производительность по твердой фазе ПККП увеличивается при одновременном повышении конечной влажности получаемого обезвоженного корма. Вопросом обезвоживания ППКП занималась Филиппова Г.И. Ранее ПККП обрабатывались на линии, в которую входили: емкость, сепараторы и шнековый пресс. В результате работы сепараторы часто забивались мезгой и линию отключали. Нами предлагается заменить сепараторы на динамический фильтр-пресс, и пресс односторонний заменить на шнек двухстороннего действия [1,8].

Заключение

Испытания подтвердили теоретическую предпосылку о необходимости выполнения процесса обезвоживания в две стадии, первая из которых – сгущение в динамических фильтрах, вторая – механический отжим сгущенной твердой фазы в шнековом прессе двухстороннего сжатия.

Процесс разделения продуктов картофелекрахмального производства на жидкую и твердую фазы следует осуществлять в динамических фильтрах непрерывного действия, в которых фильтрующие поверхности выполнены в виде двух соосно расположенных перфорированных цилиндров, имеющих щели шириной 0,15 мм, длиной 5 мм с межосевым расстоянием щелей 3 мм при толщине стенки 0,5 мм. Фильтрующие поверхности

цилиндров рекомендуется устанавливать с зазором 50 мм, где размещен трехзаходный спиральный очиститель, обеспечивающий одновременную очистку обеих фильтрующих поверхностей от осевших частиц и транспортировку их в зону выгрузного шнека.

Результаты оптимизации рабочего процесса динамических фильтров показали, что минимальная влажность сгущенной твердой фазы составила 81-84 %. Максимальная производительность фильтра по сгущенному осадку – 0,4 т/ч достигается при давлении подачи продуктов картофелекрахмального производства в фильтр 0,3-0,4 МПа, частоте вращения спирального очистителя 50 мин⁻¹ и выгрузного шнека 17 мин⁻¹, и энергоёмкости процесса фильтрования 0,37 кВт ч/т.

Пресс двухстороннего сжатия, работающий динамическими фильтрами, должен включать два шнека с конусными валами и переменным шагом витков, уменьшающимся к середине вала, а в зоне загрузочных горловин приемный виток выполнен двухзаходным. Шнеки диаметром 0,305 м необходимо заключать в перфорированные цилиндры длиной по 1,016 м каждый и имеющие щели для фильтрования жидкости шириной 0,25 м и длиной 0,005 м. При частоте вращения 6 мин⁻¹, ширине выгрузного окна 0,023- 0,03 м обеспечивается стабильный процесс отжима твердой фазы продуктов картофелекрахмального производства до влажности 63-72%. При этом производительность составляет 6,5-7,8 т/ч, а энергоёмкость процессов фильтрования и отжима, соответственно – 1,95-1,6 кВт ч/т.

Список литературы

1. Авторское свидетельство №1639971. Шнековый пресс для отжима / Орешкина М.В., Ульянов В.М. Оpubл. 07.04. 1991, Бюл. №13.
2. Атлас. Морфология крахмала и крахмалопродуктов [Электронный ресурс] / В.В. Литвяк [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Белорусская наука, 2013. — 218 с. — 978-985-08-1521-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29414.html>
3. Переработка побочных продуктов картофелекрахмального производства // Пищевая промышленность, сер. 19. Крахмалопаточная промышленность. — М. : 1991, вып. 7. — 24 с.
4. Орешкина, М. В. Переработка побочных продуктов картофелекрахмального производства на корм животным / М. В. Орешкина, В. М. Ульянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2014. - № 5.- С. 20-22.
5. Орешкина, М. В. Обоснование конструкции обезвоживателя картофельной мезги / М. В. Орешкина, В. М. Ульянов // Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур : сборник научных трудов. - 1991. - С. 137-142.
6. Орешкина, М. В. Экологически чистая технология и технических средства переработки отходов картофелекрахмального производства // Методы исследования, паспортизация и переработка отходов : тезисы докладов межгосударственной научно – технической конференции. Ч. 2. — Пенза, 1994.- С. 70...71.



7. Орешкина, М. В. Исследование процесса механизации обезвоживания отходов картофелекрахмального производства / М. В. Орешкина, В. М. Ульянов // Сборник научных трудов по животноводству, механизации, экономике, посвященный 150-летию со дня рождения П.А. Костычева. - Рязань, 1995. - С.123-124.

8. Пат. №2162726 РФ. МПК В 01 D 35/00, В 30 В 9/12. Фильтр – пресс для разделения суспензий и отжима осадка. /Орешкина М.В., Груздев А.А. Оpub. 10. 02. 2001; Бюл. №4.

9. Утолин, В. В. Использование кукурузной мезги и сгущенного экстракта в рационах кормления сельскохозяйственных животных / В. В. Утолин, А. А. Полункин, С. А.Киселев // Вестник РГАТУ.- 2013. - С.51-53.

10. Утолин, В. В. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров спирального смесителя / В. В. Утолин, Е. Е. Гришakov, А. М. Лавров // Вестник РГАТУ. - 2015. - № 1.- С.70-76.

TESTS OF DEHYDRATOR PRODUCTS KARTOFFELKELLER PRODUCTION

Oreshkina Mariya.V., Doctor of Technical Science, Professor of the Faculty "Technical Systems in Agro-Industrial Complex", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

The article is devoted to filtering the products of potato starch production (PPSP). The analysis shows that each feed unit of fodders derived from field feed production accounts for 90 g of digestible protein, while scientifically based animal feeding standards prescribe 105-110 g. Up to 4 % of starch in terms of dry matter of pulp goes to the pulp in a cohesive (in unbroken cells) and free state. Potato pulp contains 94-96 % moisture. A significant amount of starch in the pulp gives a high feed value, but a low content of protein substances, and a high moisture content reduces its nutritional value and transportability. Depending on the technology used and the technical equipment of potato starch factories, undiluted juice is obtained with 6-7 % of dry matter, diluted potato juice with 4-5 % of dry matter and vegetable water with 5-8 times dilution of juice. But plants are forced to dump most of the pulp and all cellular sap into wastewater. The wastewater with biological activity contaminate water reservoirs, which leads to the destruction of fish resources. Products formed when processing potatoes for starch (PPSP) differ in aggregation from products obtained when producing potato products. According to the state of aggregation, PPSPs are a liquid inhomogeneous fine medium consisting of small particles of pulp with a size of 0.1-0.3 mm, large ones sized 0.3-1.2 mm, concentrated or water diluted juice and foam. The design of a dynamic filter press was developed, in which the continuous filtration process is carried out. The filtering surfaces are made in the form of two coaxially arranged perforated cylinders with a working gap of 50 mm, where a three-way spiral cleaner is placed, which provides simultaneous cleaning of both surfaces from the settled particles and transporting them to the zone of the discharge auger. The volumetric rate of the outer cylinder to filter potato starch products, the area of the three-way helix and the surface area of the separated sediment were theoretically determined.

Key words: pulp, undiluted juice, diluted potato juice and vegetable water with 5 ... 8 times dilution of juice, volumetric filtration rate, radius, perforated outer cylinder, inner cylinder, sediment.

Literatura

1. Avtorskoe svidetel'stvo №1639971. SHnekovyj press dlya otzhima./ Oreshkina M.V., Ul'yanov V.M. Opubl. 07.04. 1991. Byul. №13.

2. Atlas. Morfologiya krahmala i krahmaloproduktov [Elektronnyj resurs] / V.V. Litvyak [i dr.]. — Elektron. tekstovye dannye. — Minsk: Belorusskaya nauka, 2013. — 218 c. — 978-985-08-1521-7. — Rezhim dostupa: <http://www.iprbookshop.ru/29414.html>

3. Pererabotka pobochnyh produktov kartofelekrahmal'nogo proizvodstva //Pishchevaya promyshlennost', ser. 19. Krahmalopatohnaya promyshlennost'. — M.: 1991, vyp. 7. — 24 s.

4. Oreshkina M.V., Ul'yanov V.M. Pererabotka pobochnyh produktov kartofelekrahmal'nogo proizvodstva na korm zhivotnym / M. V. Oreshkina, V.M. Ul'yanov//Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. — 2014. -№5.- S.20 ...22.

5. Oreshkina M.V.Ul'yanov V.M.Obosnovanie konstrukcii obezvozhivatelya kartofel'noj mezgi // Kompleksnaya mekhanizatsiya vozdeystviya sel'skohozyajstvennykh kul'tur / Sbornik nauchnykh trudov. M.: 1991.- S. 137...142.

6. Oreshkina M.V.Ekologicheskii chistaya tekhnologiya i tekhnicheskikh sredstva pererabotki othodov kartofelekrahmal'nogo proizvodstva //Metody issledovaniya, pasportizatsiya i pererabotka othodov /Tezisy dokladov mezhsudarstvennoj nauchno – tekhnicheskoy konferentsii. CH. 2. — Penza, 1994.- S. 70...71.

7. Oreshkina M.V.Ul'yanov V.M.Issledovanie protsessov mekhanizatsii obezvozhivaniya othodov kartofelekrahmal'nogo proizvodstva //Sbornik nauchnykh trudov po zhivotnovodstvu, mekhanizatsii, ekonomike, posvyashchennoj 150 –letiyu so dnya rozhdeniya P.A. Kostycheva. - Ryazan', 1995.- S.123...124.

8. Pat. №2162726 RF. МПК В 01 D 35/00, В 30 В 9/12. Фильтр – пресс для разделения суспензий и отжима осадка. /Орешкина М.В., Груздев А.А. Оpub. 10. 02. 2001; Бюл. №4.

9. Utolin V.V., Polunkin A.A., Kiselev S.A. Ispol'zovanie kukuruznoj mezgi i sguushchennogo ekstrakta v racional'nykh kormleniyakh sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh [Tekst]/V.V. Utolin, A. A. Polunkin, S.A.Kiselev /Sb.: Sbornik nauchnykh trudov studentov magistratury//Vestnik RGAU.-2013.-S.51-53.

10. Utolin V.V., Grishakov E.E., Lavrov A.M. Teoreticheskoe obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov spiral'nogo smesatelya [Tekst]/ V.V. Utolin, E.E. Grishakov, A.M. Lavrov / Vestnik RGAU. -2015. - №1.- S.70-76.



УДК 631.173

DOI 10.36508/RSATU.2020.53.35.021

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspenskij@yandex.ru

ЮХИН Иван Александрович, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, ivan.uspenskij@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЛИМАРЕНКО Николай Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники и электроники, Донской государственный технический университет, limarenkodstu@yandex.ru

ВОРОБЬЁВ Денис Андреевич, аспирант кафедры технической эксплуатации транспорта, worobey1@mail.ru

ФИЛЮШИН Олег Владимирович, магистрант кафедры технической эксплуатации транспорта, ivan.uspenskij@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева

Рассмотрены преимущества использования системы интеллектуального торможения EBS на примере автомобилей VOLVO серии FM. Актуальность подтверждена экономической целесообразностью достоверного и информативного контроля и индикации состояния тормозной системы, поскольку сохранение её служебных свойств во многом определяет её ресурс. Проведён функциональный анализ элементов системы электронного управления торможением, установлено, что её информативной частью является резистивный датчик износа тормозных колодок. Проведены модельные исследования влияния износа тормозных колодок на величины питающего напряжения датчика. Установлено, что использование резистивного датчика связано с рядом ограничений: низкая долговечность графитового слоя, вызванная постоянными механическими воздействиями; рост систематических погрешностей в процессе эксплуатации и, как следствие, снижение общей информативности и достоверности данных. Произведена статистическая обработка экспериментальных данных, обоснован тип функции, аппроксимирующей износ. Получен квадратичный полином, описывающий зависимость величины падения напряжения питающего контура датчика от степени износа тормозных колодок, с коэффициентом детерминации $r^2 = 0,997$. В среде программного комплекса Statistica 7.0 произведено моделирование полученной экспериментальным путём выборки на предмет соответствия статистическим распределениям методом кумулятивных функций. Установлено, что величина износа тормозных колодок по плотности вероятностей может соответствовать трём распределениям: нормальному и смешанному Гаусса, а также распределению Пуассона. Объяснить это можно влиянием внешних факторов на способ управления транспортным средством. Полученные результаты могут быть исходными данными для разработки новых технических решений, устраняющих имеющиеся недостатки в устройствах измерения величины износа тормозных и других фрикционных элементов, а также последующих экспериментальных исследований.

Ключевые слова: износ, тормозные системы, датчик износа, закон распределения износа, прогнозирование износа.

Введение

Увеличение скоростей перемещения, массовых характеристик всех видов наземных транспортно-технологических комплексов приводит к росту мощностей, необходимых для функционирования тормозных и других фрикционных элементов деталей автомобиля. Данные условия обозначили специфические требования, предъявляемые к материалам, из которых их изготавливают [1]. Важным условием эффективной технической эксплуатации данных элементов является своевременная оценка их функционального состояния, что позволяет сократить удельные затраты на ремонтные работы и увеличить межремонтные промежутки

[2]. Соответственно, можно сделать вывод, что совершенствование информационных систем оценки функционального состояния тормозных и фрикционных элементов является актуальной задачей.

Пионерами в данной области выступили WABCO, представившие в 1996 году тормозную систему с электронным управлением (EBS), нашедшую наиболее широкое применение в грузовых автомобилях и активно используемую с небольшими модификациями в настоящее время. Суть системы EBS заключается в непрерывном контроле и равномерном распределении износа фрикционных элементов тормозной системы путём распределения тормозных сил, комбинатори-



ки тормозных систем с постоянной индикацией состояния износа. Существенным преимуществом данной системы является наличие механизмов непрерывной самодиагностики [3, 4]. На рисунке 1 представлено схематическое изображение момента торможения грузового автомобиля с системой EBS и без неё.

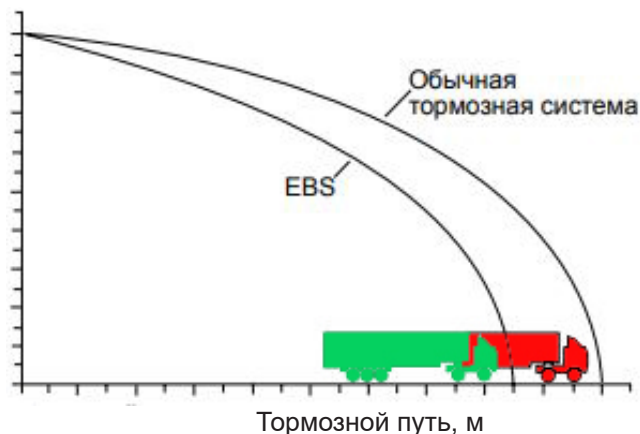


Рис. 1 – Пример эксплуатации грузового автомобиля с тормозной системой EBS и без неё

Как видно из рисунка 1, использование тормозной системы EBS кроме повышенных эксплуатационных свойств транспортного средства позволяет также повысить уровень его управляемости за счёт контроля замедления, полученного в результате адаптации давления в тормозной системе, пропорционального усилию, оказываемому на педаль тормоза [5-8].

Целью данного исследования является совершенствование способа оценки состояния износа тормозных колодок применительно к грузовым автомобилям марки VOLVO серии FM, с тормозной системой Knorr-Bremse.

Материалы и методы

Объект исследования – тормозная система Knorr-Bremse, предмет – способ измерения износа фрикционной пары грузовых автомобилей с рассматриваемой системой на примере VOLVO серии FM. На рисунке 2 представлен пример исполнения датчика износа, устанавливаемого на грузовых автомобилях марки VOLVO серии FM, с тормозной системой Knorr-Bremse [3].



1 – крепёжная часть; 2 – электрическая резистивная часть; 3 – интерфейс

Рис. 2 – Пример исполнения датчика износа

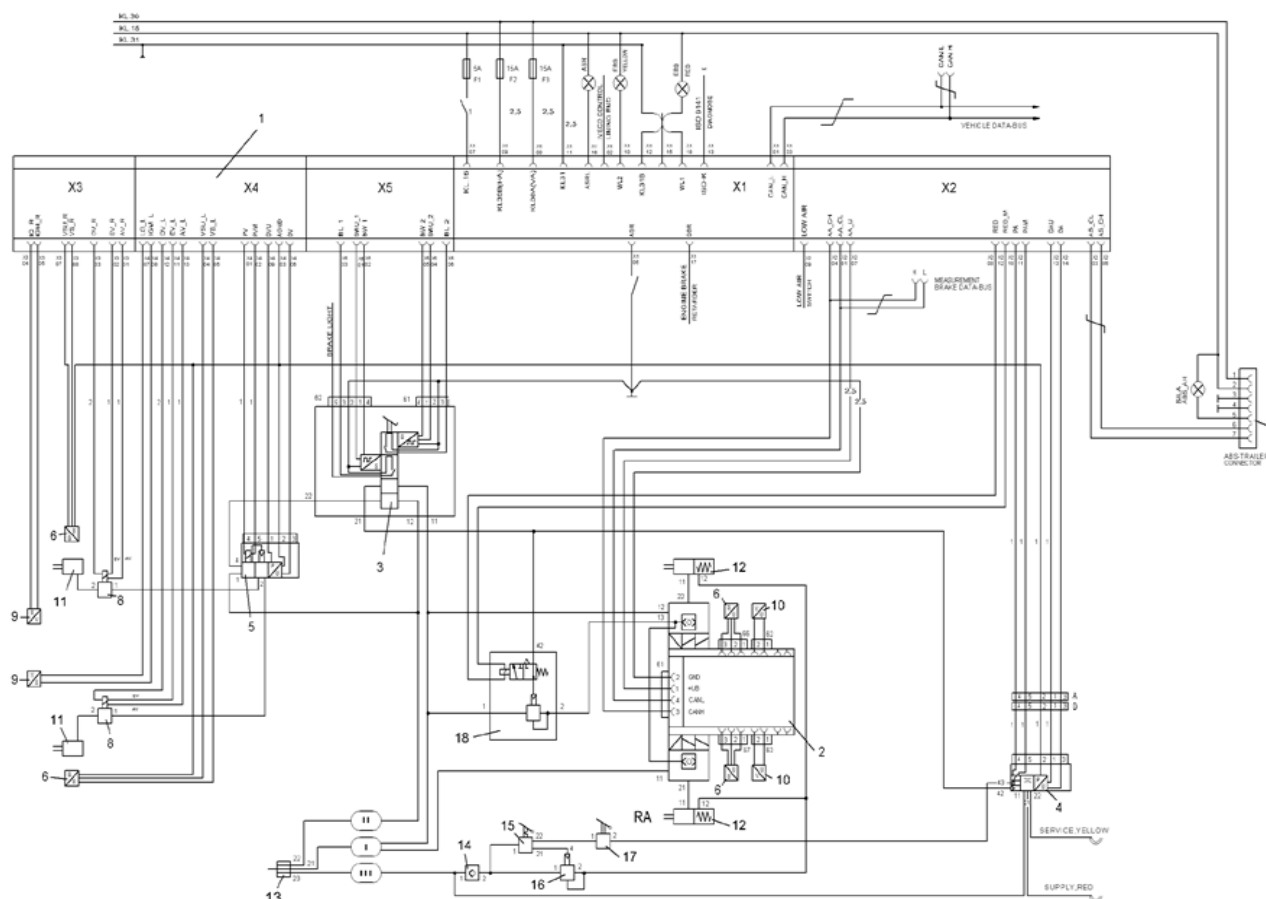
Принцип действия подобных измерительных

систем заключается в содержании внутри себя дорожки со специальным резистивным напылением, по которой перемещается металлический шток, изменяя тем самым площадь контакта и выходного сопротивления. Затем информация поступает в микропроцессор, считывающий аналоговый сигнал, оцифровывающий его с помощью соответствующих коэффициентов и конвертирующий в процент износа.

На грузовых автомобилях VOLVO серии FM с тормозной системой EBS 5.0, принципиальная схема которой изображена на рисунке 3, выполняется функция оптимизации износа тормозных накладок, основывающаяся на датчиках износа (рис.2). Опираясь на их показания, электронный блок микропроцессора распределяет давление между передними и задними осями так, чтобы обеспечить возможность максимально равномерного износа [3-9]. Разница износа колодок одной оси не должна превышать 17 %. В случае превышения нормативного значения происходит немедленная индикация, что позволяет обеспечить согласованность сроков обслуживания и замены тормозных фрикционных пар. При смене тормозных накладок необходимо оценивать показания датчика и разность перекасов на каждой оси. В случае существенных отклонений более 17 % по одной оси и одинаковой толщины диска необходимо делать калибровку и выставить показание датчика в ноль с помощью диагностического прибора (например, ZB 9031 фирмы Knorr-Bremse).

Методика экспериментальных исследований заключалась в использовании диагностического прибора ZB 9031, представляющего собой дополнительный модуль программного обеспечения, используемого для прямой диагностики тормозных колодок и дисков на транспортных средствах, оборудованных дисковыми тормозами Knorr-Bremse с постоянно действующими потенциометрическими датчиками износа. Преимуществом данного инструмента является возможность диагностики компонента без демонтажа с технического средства, что ускоряет процесс проверки и минимизирует возможные неисправности, не связанные с самим компонентом (разъёмы, проводка и пр.). Данный прибор позволяет измерять и контролировать следующие параметры: толщину фрикционных накладок и диска, работоспособность потенциометра.

Рассмотрим более подробно процесс калибровки датчика износа тормозных колодок с помощью мультиметра VictorVC 830 L. Последовательность калибровки следующая: в суппорт Knorr-Bremse и систему датчика износа тормозной колодки подключаем мультиметр VictorVC 830 L, после чего устанавливаем в суппорт оправку толщиной 55 мм и стальной лист толщиной 9 мм (рис. 4), моделируя тем самым механическую часть тормозной колодки. Путём сведения пятак суппорта осуществляем моделирование износа тормозной колодки. При выдвигании пятак суппорта напряжение падает (рис. 5).



1 – управляющий блок EBS, 2 – осевой модулятор, 3, 4 – краны управления, 5 – клапан ускорительный, 6 – датчик износа тормозных колодок, 7 – коммутационный интерфейс ABS прицепа, 8 – магнитный клапан ABS, 9, 10 – датчики скорости ABS, 11 – тормозной цилиндр, 12 – Tristor цилиндр, 13, 14, 15, 16, 17, 18 – клапаны управления тормозной системы, X...X₅ – коммутационные разъемы
Рис. 3 – Принципиальная схема тормозной системы EBS 5.0 автомобилей типа VOLVO серии FM



Рис. 4 – Схема экспериментального исследования

После снятия измерений и обработки результатов эксперимента для повышения достоверности полученных данных было принято решение об использовании метода аппроксимирующих функций. Метод реализовывался в автоматизированном режиме с использованием программного комплекса Statistica 7.0. В качестве параметров, наиболее представительно характеризующих достоверность выбранной категориальной аппрокси-

мирующей функции, были выбраны коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент детерминации [10].

Коэффициент корреляции Пирсона r позволяет оценить тесноту связи зависимой переменной от независимой при аппроксимации, а также при проверке гипотез о законе распределения (Гаусса нормального и смешанного) определяется по формуле:



1 – толщина 100 %; 2 – толщина 50 %;
3 – толщина 18 %; 4 – толщина 1-2 %

Рис. 5 – Измерения падений питающих напряжений с помощью мультиметра толщина износа тормозной колодки

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где $\bar{x}$ и $\bar{y}$ – средние значения наблюдений, определяемые:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Однако следует отметить, что при оценке достоверности нелинейных аппроксимирующих функций для представительной оценки коэффициента корреляции Пирсона недостаточно, и рациональным является переход к коэффициенту детерминации, являющемуся квадратом коэффициента Пирсона [10].

После определения аппроксимирующей функции, позволяющей в достаточной степени описать зависимость падения питающего напряжения от величины износа тормозных колодок, для последующего моделирования и аналитического описания которого необходимо определить закон распределения плотности вероятностей зависимой/независимой переменной. Данная задача решалась в автоматизированном режиме с помощью метода кумулятивных гистограмм, позволяющих с помощью критических сравнений критерия согласия Пирсона определить принадлежность имеющейся выборки к соответствующим законам распределения [10, 11].

Рассмотрим пример критического сравнения при оценке плотности вероятностей на примере нормального распределения Гаусса. Подтверждение гипотезы о том или ином законе статистического распределения производилось на основании анализа априорной информации и эмпирических данных о плотности вероятности величины износа тормозной колодки, функция плотности распределения которых $f(p)$ представляется зависимостью:

$$f(p) = \frac{1}{s_p \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(p_i - \mu_p)^2}{2s_p^2}}$$

где S_p – среднеквадратичное отклонение случайной величины p ;

μ_p – оценка математического ожидания случайной величины p .

Интегральная функция плотности распределения $F(p)$ представляется зависимостью:

$$F(p) = \int_{-\infty}^x f(p) dx = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Область принятия гипотезы определялась, исходя из неравенства

$$\chi_p^2 \leq \chi_{кр}^2$$

где χ_p^2 – расчётное значение критерия Пирсона;

$\chi_{кр}^2$ – критическое значение критерия Пирсона.

Проверка гипотез о причастности имеющейся выборки к другим законам распределения осуществлялась в программном комплексе Statistica 7.0.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных экспериментальных исследований и их статистической обработки получено квадратичное полиномиальное уравнение зависимости изменения питающего напряжения датчика от величины износа тормозной колодки, графическая интерпретация которого представлена на рисунке 6:

$$U = 0,008\Delta^2 + 0,1544\Delta + 0,6877. \quad (1)$$

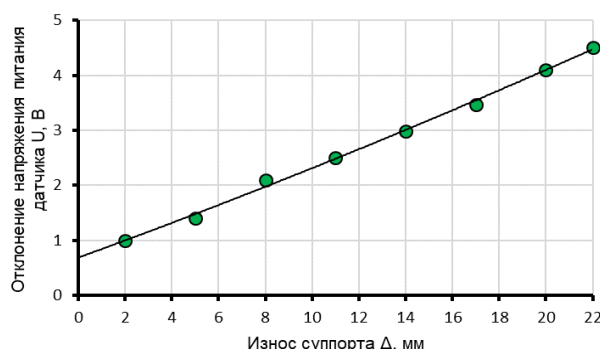


Рис. 6 – Зависимость отклонений питающих напряжений от величины износа суппорта Knorr-bremse на седельном тягаче VolvoFM

Анализ модели (1) и графика на координатной плоскости (рис. 6) позволил сделать следующие выводы:

- квадратичный полином (1) адекватно по критерию Фишера характеризует зависимость падения питающего напряжения измерительного датчика от износа тормозной колодки при уровне значимости $\alpha = 0,05$, при коэффициенте детерминации $r^2 = 0,997$;

- установлено, что с увеличением износа тормозной колодки напряжение питающего контура



измерительного датчика падает.

В ходе экспериментального исследования установлено, что использование резистивной дорожки в датчике износа обладает существенным недостатком, оказывающим влияние на его долговечность и метрологические характеристики в виде достаточно быстрого изменения проводимости графитового слоя в результате механических скольжений. Поскольку данные эффекты могут в существенной мере увеличивать систематическую погрешность, на рисунке 7 представлена аппроксимирующая функция, соответствующая уравнению (1), с верхним и нижним пределом доверительной границы и функции распределения (ФР).

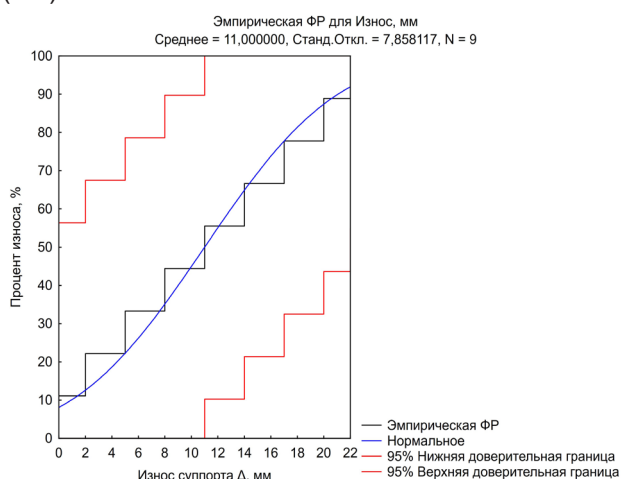


Рис. 7 – Зависимость отклонений питающих напряжений от величины износа суппорта Knorr-Bremse на седельном тягаче VolvoFM с верхним и нижним пределом доверительной границы

Ниже на рисунках 8, 9, 10 представлены результаты проверки гипотез о законах распределения величины износа методом кумулятивных диаграмм.

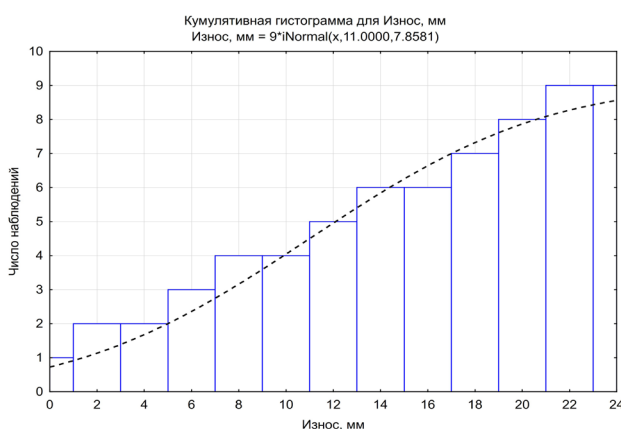


Рис. 8 – Кумулятивная гистограмма оценки плотности вероятностей износа по нормальному распределению Гаусса

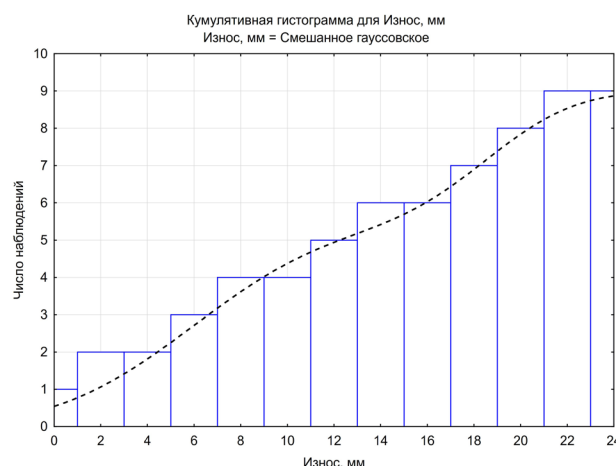


Рис. 9 – Кумулятивная гистограмма оценки плотности вероятностей износа по смешанному распределению Гаусса

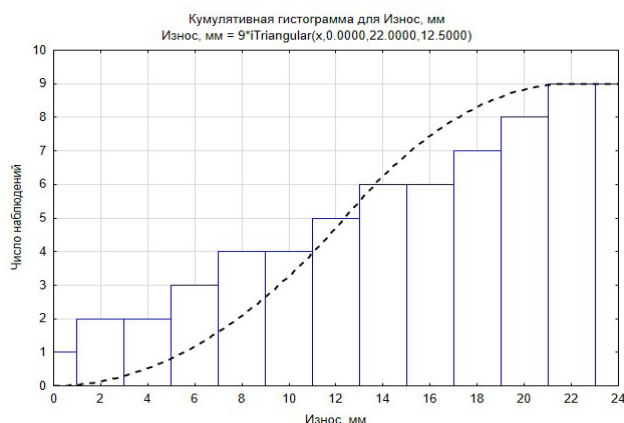


Рис. 10 – Кумулятивная гистограмма оценки плотности вероятностей износа по распределению Пуассона

На основании анализа рисунков 8, 9, 10 установлено, что объяснить соответствие распределения плотности вероятностей величины износа тормозных колодок сразу по трём статистическим законам распределения можно влиянием внешних факторов на способ управления транспортным средством, выявление и исследование которых составит дальнейшие задачи исследования.

Соответствие распределения плотности вероятностей величины износа сразу трём статистическим распределениям: нормальному Гаусса, смешанному Гаусса и распределению Пуассона, позволяет сделать вывод о том, что в зависимости от стиля управления транспортным средством прогноз вероятности износа может осуществляться по трём сценариям.

Заключение

1. Обоснована перспективность использования EBS на примере грузового автомобиля Volvo серии FM. Установлено, что существенным фактором, оказывающим влияние на информативность и достоверность представляемых данных, а также на долговечность измерительного датчика, является способ его исполнения. Обозначены недостатки



наиболее широко применяемых резистивных потенциометрических элементов.

2. Экспериментально исследовано влияние износа тормозных колодок на величину падения напряжения питающего контура датчика.

3. Получен квадратичный полином, характеризующий с коэффициентом детерминации $r^2 = 0,997$ зависимость величины износа от падения напряжения в контуре питания датчика; обоснован тип аппроксимирующей функции.

4. Установлено, что износ тормозных колодок в зависимости от внешних факторов может осуществляться по трём сценариям, что подтверждается соответствием имеющейся выборки трём законам распределения: нормальному Гаусса, смешанному Гаусса и распределению Пуассона.

Полученные результаты могут предоставлять исходные данные для дальнейшего исследования и моделирования процессов износа тормозных систем и фрикционных элементов в транспортных средствах разных категорий.

Список литературы

1. Мероприятия по повышению эксплуатационных показателей автотракторной техники при внутрихозяйственных перевозках в АПК / А. В. Бортник, И. А. Успенский, И. А. Юхин, В. А. Волченкова // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 9 (267). – С. 33-36.

2. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев, [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 12 (87). – С. 179-184.

3. WABCO Customer Centre [Электронный ресурс] / URL: <https://www.wabco-customercentre.com/catalog/> (дата обращения 07.07.2020).

4. Анализ методов и средств диагностирования тормозных систем автомобиля / И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин, [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета. – 2016. – № 116. – С. 1051-1072.

5. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев, [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

6. Инновационное устройство для контроля изнашивания тормозных накладок автомобилей сельскохозяйственного назначения / Е. А. Родионова, И. А. Успенский, И. А. Юхин, [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 7 (265). – С. 30-34.

7. Неравномерный износ тормозных колодок автомобиля. Причины и рекомендации по устранению неисправности / М. М. Зайцева, А. К. Новикова, Ф. С. Копылов, [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 2 (49). – С. 62-68.

8. Влияние разницы скорости износа передних и задних тормозных колодок автомобиля на допустимую величину отклонения коэффициента сцепления передних и задних колёс / И. А. Ерасов, Ю. И. Молев, А. Д. Стрижак, Д. Н. Прошин // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9-3. – С. 450-454.

9. Войтенко, В. А. Комплексная модель тепловых процессов и процессов изнашивания в дисковом тормозе с плавающей тормозной колодкой / В. А. Войтенко // Инновационный транспорт. – 2018. – № 3 (29). – С. 58-65.

10. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров – 5-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 448 с.

11. Исследование распределения плотности вероятностей патогенных маркеров свиного бесподстилочного навоза / Н. В. Бышов, Н. В. Лимаренко, И. А. Успенский [и др.] // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 4 (56). – С. 215-227.

ASSESSMENT OF THE WEAR CONDITION OF BRAKE PADS

Uspenskiy Ivan A., Dr. tech. Professor, head of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru

Yukhin Ivan A., Dr. Techn. associate Professor, head of the Department of automotive engineering and heat power engineering, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru

Limarenko Nikolay V., Cand. Techn. associate Professor of the Department of electrical engineering and electronics, Don state technical University, limarenkodstu@yandex.ru

Vorobyov Denis A., post-graduate student of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, vorobey1@mail.ru

Filushin Oleg V., post-graduate student of the Department of technical operation of transport, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, aushaniev@inbox.ru

The advantages of using the EBS intelligent braking system on the example of VOLVO FM series cars are considered. The relevance is confirmed by the economic feasibility of reliable and informative monitoring and indication of the state of the brake system, since the preservation of its service properties largely determines its resource. A functional analysis of the elements of the electronic braking control system was carried out. It was found that its informative part is a resistive sensor of brake pad wear. Model studies of the effect of brake pad wear on the values of the sensor supply voltage were conducted. It is established that the use of a resistive sensor is associated with a number of limitations: low durability of the graphite layer caused by constant mechanical influences, the growth of systematic errors in the operation process and, as a result, a decrease in the overall information content and reliability of data. Statistical processing of experimental data



was performed, and the type of function approximating wear was proved. A quadratic polynomial is obtained describing the value of the voltage drop of the sensor's supply circuit from the amount of wear on the brake pads, with a coefficient of determination $r_2 = 0.997$. In the environment of the Statistica 7.0 software package, the sample obtained experimentally was modeled for compliance with the statistical distribution by the method of cumulative functions. It is established that the value of brake pad wear in terms of probability density can correspond to three distributions: normal and mixed Gaussian, as well as the Poisson distribution, which can be explained by the influence of external factors on the way the vehicle is driven. The results obtained can provide initial data for the development of new technical solutions that eliminate existing shortcomings in devices for measuring the wear of brake and other friction elements, as well as subsequent experimental studies.

Key words: wear, brake system, wear warning contact, the law of distribution of wear, prediction of wear.

Literatura

1. Bortnik, A.V. Meropriyatiya po povysheniyu ekspluatatsionnykh pokazateley avtotraktorov tekhniki pri vnutrihozyajstvennykh perevozkah v APK / A.V. Bortnik, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, V.A. Volchenkova // *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. – 2019. – № 9 (267). – S. 33-36.
2. Byshov, N.V. Razrabotka tablicy sostoyaniy i algoritma diagnostirovaniya tormoznoj sistemy / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev, [i dr.] // *Vestnik KrasGAU*. – 2013. – № 12 (87). – S. 179-184.
3. WABCO Customer Centre [Elektronnyj resurs] / URL: <https://www.wabco-customercentre.com/catalog/data/obrashcheniya> 07.07.2020).
4. Uspenskij, I.A. Analiz metodov i sredstv diagnostirovaniya tormoznykh sistem avtomobilya / I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev, I.A. YUhin, [i dr.] // *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2016. – № 116. – S. 1051-1072.
5. Byshov, N.V. Povyshenie effektivnosti tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobilej / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev, [i dr.] // *Sel'skij mekhanizator*. – 2015. – № 7. – S. 38-39.
6. Rodionova, E.A. Innovacionnoe ustrojstvo dlya kontrolya iznashivaniya tormoznykh nakladok avtomobilej sel'skohozyajstvennogo naznacheniya / E.A. Rodionova, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin, [i dr.] // *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. – 2019. – № 7 (265). – S. 30-34.
7. Zajceva, M.M. Neravnomernyj iznos tormoznykh kolodok avtomobilya. Prichiny i rekomendacii po ustraneniyu neispravnosti / M.M. Zajceva, A.K. Novikova, F.S. Kopylov, [i dr.] // *Inzhenernyj vestnik Dona*. – 2018. – № 2 (49). – S. 62-68.
8. Erasov, I.A. Vliyanie raznicy skorosti iznosa perednih i zadnih tormoznykh kolodok avtomobilya na dopustimuyu velichinu otkloneniya koefficienta soplepeniya perednih i zadnih kolyos / I.A. Erasov, YU.I. Molev, A.D. Strizhak, D.N. Proshin // *Fundamental'nye issledovaniya*. – 2015. – № 9-3. – S. 450-454.
9. Vojtenko, V.A. Kompleksnaya model' teplovyykh processov i processov iznashivaniya v diskovom tormoze s plavayushchej tormoznoj kolodkoj / V.A. Vojtenko // *Innovacionnyj transport*. – 2018. – № 3 (29). – S. 58-65.
10. Ventcel', E.S. Teoriya sluchajnykh processov i ee inzhenernye prilozheniya / E.S. Ventcel', L.A. Ovcharov – 5-e izd., ster. – M.: KNORUS, 2013. – 448 s.
11. Byshov, N.V. Issledovanie raspredeleniya plotnosti veroyatnostej patogennykh markerov svinogo bespodstilochnogo navoza / N. V. Byshov, N. V. Limarenko, I. A. Uspenskij [i dr.] // *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*. – 2019. – № 4 (56). – S. 215-227. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-26.





ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

УДК 631.86 + 631.82[633.491]

DOI 10.36508/RSATU.2020.61.86.022

ВЛИЯНИЕ ГУМАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С КОМПЛЕКСНЫМ УДОБРЕНИЕМ

ГОРДИЕНКО Алена Николаевна, аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, g-fadkin@mail.ru

АМЕЛИНА Татьяна Юрьевна, аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, g-fadkin@mail.ru

ФАДЬКИН Геннадий Николаевич, канд. с.х. наук, доцент кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, g-fadkin@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье приведен анализ влияния гуматов при совместном применении с полной и половинной нормой комплексного удобрения (нитрофоски) на свойства дерново-подзолистой почвы, связанные с кислотностью и содержанием в ней доступных растениям форм азота, фосфора и калия (агрохимические свойства). Эффективность препаратов и минерального удобрения оценивали по изменению обменной и гидролитической кислотности, суммы обменных оснований и степени насыщенности почвы основаниями. Кроме того, был проведен анализ влияния гуматов и нитрофоски на урожай клубней картофеля. Результаты исследований показали заметные изменения свойств дерново-подзолистой почвы. Так, все комбинации внесения агрохимикатов способствовали подкислению почвы, за исключением препарата Агро Гумат+7К. Выращивание картофеля на варианте без применения удобрений и биопрепаратов уменьшило содержание в почве легкодоступных растениям форм азота, фосфора и калия. Уменьшение содержания элементов питания в основном происходило за счет их выноса урожаем. Применение нитрофоски увеличило содержание легкогидролизуемого азота, при этом наибольшее содержание этого элемента отмечалось на вариантах с нормой 100 кг/га. Заметное увеличение содержания подвижного фосфора в исследуемой почве наблюдалось от совместного применения гуматов и нитрофоски. Применение гуматов и нитрофоски в различных комбинациях увеличило содержание обменного калия по всем изучаемым вариантам. Гуматы по-разному влияли на урожай картофеля. Так, гумат калия жидкий торфяной и Агро Гумат+7К способствовали увеличению урожая, в то время как применение препарата Гумат+7В не обеспечило достоверность прибавки урожая клубней картофеля. Применение нитрофоски положительно повлияло на урожай картофеля, который повысился как при внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$, так и при внесении $N_{50}P_{50}K_{50}$. Совместное применение гуматов и нитрофоски в исследуемых нормах увеличило урожайность клубней по сравнению с контролем. Однако уменьшение дозы внесения минеральных удобрений ($N_{50}P_{50}K_{50}$) не повлияло на величину урожая. Нами было отмечено положительное влияние совместного применения гуматов и нитрофоски на содержание в клубнях картофеля азота, фосфора и калия.

Ключевые слова: картофель, урожай, гуматы, нитрофоска, элементы питания, плодородие почвы, дерново-подзолистая почва.

Введение

Тысячелетняя история мирового земледелия доказывает приоритетность почвы как источника питательных веществ, необходимых для роста и развития растений, что в большей мере определяется уровнем урожая и плодородия. В связи с этим многочисленными исследованиями определена приоритетная роль минерального питания в получении стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в частности, картофеля.

Характеристикой типа почвы является общий запас питательных элементов; другой отличительной особенностью является характер трансформации соединений, содержащих их. Так, например, в дерново-подзолистых почвах содержится значительное количество общего азота, а процессы нитрификации замедлены в связи с повышенной кислотностью и низкой буферной способностью. Взаимосвязь вышеуказанных параметров

плодородия почвы подтверждает ведущую роль природных факторов в трансформации и накоплении питательных веществ, в частности, азота. Почвенный азот в преобладающем количестве представлен органической формой. Неорганические формы азота в дерново-подзолистых почвах находятся в следующих границах: минеральный азот от 1,2 до 1,4 %, легкогидролизуемый – от 5,7 до 9,3 %, трудногидролизуемый – от 14,2 до 26,0% и негидролизуемый – от 7,1 до 11,2% [2, стр. 38-40].

В дерново-подзолистых почвах наибольшая часть элементов питания, таких как азот, фосфор и калий, содержится в труднорастворимых и нерастворимых формах. Помимо того, что такие формы содержания элементов в почве не могут использоваться растениями непосредственно в питании, их переход в растворимое состояние происходит крайне медленно [11, стр.29-31].

Повышение плодородия дерново-подзолистой



почвы при одновременном получении стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур непосредственно связано с системным применением минеральных удобрений. Они, являясь источником доступных для растений азота, фосфора и калия, способны повысить валовое содержание данных элементов и не способствуют накоплению в пахотном слое почвы подвижных, т.е. доступных растениям, форм этих элементов [8, стр.13-18]. При этом значительную роль в круговороте элементов питания в земледелии играют фиксированные формы минеральных соединений, которые преобладают в составе почвенно-поглощающего комплекса. Их концентрация в пахотном и подпахотном горизонтах зависит от распределения по профилю почвы высокодисперсных минералов (вермикулита, монтмориллонита и др.). Кроме того, на содержание в почве элементов питания в фиксированном состоянии немаловажное влияние оказывает органическое вещество почвы [10, стр. 132-143] и формы самих элементов, входящих в состав минеральных соединений [9, стр.1]. По профилю пашни, особенно пахотного горизонта, распределение содержания фиксированных форм азота, фосфора и калия носит равномерный характер [1, стр. 29-30]. С увеличением длительности и интенсивности использования пашни относительное содержание основных элементов питания в фиксированной форме возрастает, что связано с дополнительной фиксацией ионов этих элементов почвенно-поглощающим комплексом.

Картофель – одна из наиболее распространенных продовольственных культур. Так, в европейских странах площади, занятые картофелем, составляют более 35 % всей площади выращивания сельскохозяйственных культур. Среди мировых производителей картофеля наибольшие площади возделывания этой культуры имеют: Российская Федерация, Польша, США, Германия и Франция. На территории Российской Федерации наибольшие площади выращивания картофеля (1,4 млн га) приходятся на Центральное Нечерноземье. Ежегодно сельскохозяйственные предприятия, расположенные на данной территории, дают более 14 млн т, или 44 % сбора картофеля в РФ. Остальные площади производства картофеля располагаются в Центральном Черноземье, на территории Поволжья, а также регионах Сибири, Урала и Дальнего Востока. Одновременно с лидерством по площади необходимо отметить невысокий урожай картофеля (11 т/га) в среднем по России; для сравнения в других странах суммарная средняя урожайность составляет 14,6 т/га [3, стр. 64-66].

В мировом масштабе картофель как источник энергии занимает почетное пятое место. Данная культура уступает только пшенице, кукурузе, рису и ячменю по запасу энергии [7, стр.31-32]. Кроме того, ценность картофеля как продукта питания для человека и как корма животным заключается в том, что эта культура содержит в достаточном количестве крахмал, протеин, витамины и мине-

ральные вещества.

Картофель как растение, по сравнению с большинством других сельскохозяйственных культур, более требователен к условиям питания (содержание элементов питания в почве, их соотношение и доступность растениям). Высокая требовательность обусловлена двумя факторами. Во-первых, у картофеля слабо развита корневая система и, во-вторых, картофель является культурой высокого выноса элементов питания [4, стр. 321-322]. Поэтому формирование урожая клубней картофеля, помимо почвенно-климатических условий и сортовых особенностей, будет зависеть от системы удобрений. Одна из ведущих ролей в технологическом процессе стабилизации и увеличения урожайности картофеля на фоне дефицита органических удобрений отводится совместному применению минеральных удобрений синтетического происхождения и биологических препаратов, полученных на основе природных материалов. В агрофитоценозе минеральные удобрения дополнительно вводят в круговорот веществ биогенные элементы, возвращая их количество, отчуждаемое с урожаем, и вводя дополнительное количество, которое до определенного момента обеспечивает устойчивость продукционного процесса. Но при дальнейшем наращивании темпов применения синтетических удобрений появляется угроза химического поражения агроценоза [1, стр.5-6]. Исследования ряда ученых показали, что совместное внесение биопрепаратов и минеральных удобрений повышает урожайность картофеля на 20-45 ц/га [6, стр.324-326].

В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось выявление эффективности гуматов в чистом виде и в сочетании с минеральными удобрениями в посадках картофеля, а также влияние их сочетания на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы.

Методика исследований

Изучение влияния применения комбинаций гуматов и минеральных удобрений на урожай картофеля и агрохимические свойства почвы проводится в полевом опыте на слабокислых дерново-подзолистых почвах со средним уровнем содержания элементов питания с 2018 года. Мелкоделаночный опыт был заложен в ЗАО «Макеево» Зарайского района, Московской области систематическим методом ступенчатым способом в шестикратной повторности. Площадь 67,2 м² (площадь одной делянки 2,8 м²).

Рассматриваемый опыт проводится в звене севооборота с чередованием культур озимая пшеница - картофель. Картофель (сорт «Удача») выращивался по технологии, типичной для данной зоны.

В опыте исследуются биопрепараты (Гумат+7В; Гумат калия жидкий торфяной для картофеля; Агро Гумат +7К) в чистом виде и при совместном применении с минеральным удобрением (нитрофоска) в различных нормах (100 кг д.в./га и 50 кг д.в./га).

Схема опыта представлена в таблице 1.



Таблица 1– Схема мелкоделяночного опыта

Шифр варианта	Содержание варианта
VI	Контроль (удобрения не вносятся)
VII	Гумат +7В
VIII	Гумат калия жидкий торфяной для картофеля
IV	Агро Гумат+7 К
V	$N_{100}P_{100}K_{100}$
VI	$N_{100}P_{100}K_{100}$ + Гумат+7В
VII	$N_{100}P_{100}K_{100}$ + Гумат калия жидкий торфяной для картофеля
VIII	$N_{100}P_{100}K_{100}$ + Агро Гумат+7 К
IX	$N_{50}P_{50}K_{50}$
X	$N_{50}P_{50}K_{50}$ + Гумат+7В
XI	$N_{50}P_{50}K_{50}$ + Гумат калия жидкий торфяной для картофеля
XII	$N_{50}P_{50}K_{50}$ + Агро Гумат +7К

Минеральное удобрение (нитрофоска) вносились весной под предпосевную культивацию.

В исследованиях почвенные анализы проводены по методикам, указанным в методических указаниях по проведению научных исследований в опытах с удобрениями [5, стр. 1-147].

Результаты исследований

Основным регулятором агрохимических свойств пахотных почв независимо от типовой принадлежности является антропогенный фактор, проявляющийся через выращивание сельскохозяйственных культур, обладающих определенными биологическими особенностями, зависящий от вида, формы, нормы и способа внесения минерального удобрения и ряда других условий.

В зависимости от нормы комплексного минерального удобрения в опыте менялись параметры дерново-подзолистой почвы, связанные с кислотностью. После внесения нитрофоски и гуматов под картофель произошли существенные изменения указанных свойств исследуемой почвы, на что указывают данные проведенного

сравнительного анализа вариантов опыта с контролем (без применения удобрений) и исходными показателями (табл. 2). Так, если перед закладкой опыта гидролитическая кислотность (Нг) составляла 3,21 м-экв./100г почвы, обменная кислотность (рН) 5,46, сумма обменных оснований (S) 18,9 м-экв./100 г почвы и степень насыщенности основаниями (V) 84,9 %, то после уборки урожая эти показатели на варианте VI составили: гидролитическая кислотность (Нг) – 3,83 м-экв./100г; обменная кислотность (рН) – 5,24; сумма обменных оснований (S) – 18,1 м-экв./100г и степень насыщенности основаниями (V) – 82,5 %, то есть даже без использования минеральных удобрений происходило подкисление почвы. Только применение препарата Агро Гумат+7 К без минеральных удобрений (IV) несколько улучшает свойства почвы, связанные с кислотностью. На остальных вариантах отмечается тенденция к подкислению. В связи с этим S и V в почве также претерпели изменения.

Таблица 2 – Влияние удобрений на кислотность почвы

Вариант	рН _{KCl}	Нг, мг.экв./100 г. почвы	S, мг.экв./100 г. почвы	V, %
До проведения опыта	5,46	3,21	18,9	84,9
После уборки урожая (2019 год)				
VI (контроль)	5,24	3,83	18,1	82,5
VII	5,62	3,04	20,8	87,8
VIII	5,36	3,85	18,2	82,5
IV	5,71	3,21	22,1	87,4
V	4,60	5,75	16,4	74,0
VI	5,01	4,05	18,1	81,5
VII	5,11	4,51	17,5	79,5



вVIII	5,02	4,22	17,7	80,7
вIX	4,65	6,27	16,2	72,1
вX	5,42	4,81	17,2	80,5
вXI	4,96	4,22	18,1	84,3
вXII	5,42	4,81	17,3	80,8
НСП 05	1,06	1,26	2,5	4,1

Азот, содержащийся в минеральных удобрениях, можно рассматривать как своеобразный активатор биологического фактора поддержания продукционного процесса сельскохозяйственных культур и плодородия почвы. Содержание в почве легкогидролизуемой формы азота является одним из параметров, определяющих условия питания сельскохозяйственных культур. Анализ результатов агрохимического анализа почвы опытного участка до начала проведения опыта и после уборки урожая показал заметное снижение (на 36,5 %) содержания легкогидролизуемого азота на варианте вI (без удобрений, контроль), что вполне закономерно, т.к. урожай картофеля формировался за счет естественного плодородия почвы. Кроме того, потери азота из почвы можно связать с газообразными потерями и потерями из-за жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Использование биопрепаратов на основе гуматов не изменили ситуацию. Содержание легкогидролизуемого азота в вариантах с их применением (вII, вIII, вIV) хотя и было несколько выше контроля, но не превышало значений до проведения опыта. Таким образом, питание растений на данных вариантах также шло преимущественно за счет почвенного азота. Применение минерального удобрения (нитрофоска) в полной и половинной нормах значительно увеличило содержание в почве легкогидролизуемого азота. Совместное применение минерального удобрения и биопрепаратов во всех комбинациях также способствовало увеличению содержания в почве данной формы азота. Таким образом, можно предположить, что питание картофеля происходило преимущественно за счет азота удобрения (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание элементов питания в почве, мг/кг почвы

Вариант опыта	Nг	P ₂ O ₅	K ₂ O
До проведения опыта	65,7	142	182
После уборки урожая (2019 год)			
вI (контроль)	58,0	131	128
вII	62,0	214	191
вIII	62,0	221	188
вIV	61,0	202	186
вV	101,0	203	268
вVI	97,0	173	198
вVII	91,0	175	183
вVIII	95,0	189	200
вIX	78,0	182	186
вX	77,0	216	183
вXI	75,0	180	183
вXII	78,0	188	184

Интенсивность поступления фосфора в растения и его ассимиляция во многом зависят от концентрации в почве подвижных фосфатов, поэтому в программу исследований мы включили вопросы влияния совместного применения минерального удобрения и биопрепаратов на основе гуматов на изменение содержания подвижного фосфора.

В исходной почве, до внесения гуматов и нитрофоски, содержание подвижного фосфора со-

ставляло 142 мг/кг. Растения картофеля, произраставшие на контрольном варианте без применения удобрений, на формирование урожая использовали около 33 кг/га подвижного фосфора. В связи с этим содержание подвижных фосфатов снизилось до 131 мг/кг, т.е. растения потребляли почвенные фосфаты, перешедшие в почвенный раствор из труднорастворимых и нерастворимых форм. Использование гуматов и минерального удобрения



(нитрофоска) в различных комбинациях способствовало увеличению содержания в почве подвижного фосфора. При этом наивысшее значение после уборки урожая отмечалось в вариантах VIII (Гумат калия жидкий торфяной для картофеля); вХ ($N_{50}P_{50}K_{50}$ +Гумат+7В) и VII (Гумат +7В). Какой-либо зависимости пока выявить не удалось из-за короткого периода проведения опыта.

Гуматы и минеральное удобрение оказали положительное влияние и на концентрацию в почве обменного калия. Это было достигнуто за счет наличия исследуемого элемента в удобрении, а также внутрипочвенных обменных процессов, которые происходят в системе почвенно-поглощающий комплекс – почвенный раствор с участием катиона калия почвенно-поглощающего комплекса. Так, в контрольном варианте количество обменного калия по сравнению с исходными данными снизилось на 56 мг/кг почвы, но не упало ниже

128 мг/кг почвы, что свидетельствует о постоянном восстановлении обменного калия за счет не-обменных форм (табл. 3). Как и с азотом и фосфором, в исследуемых вариантах для создания урожая растения использовали в первую очередь калий удобрений, а потом доступный растениям калий почвы, о чем свидетельствует более высокая концентрация обменного калия по сравнению с контролем. Наивысшие результаты отмечены в вариантах вV ($N_{100}P_{100}K_{100}$) и вVIII ($N_{100}P_{100}K_{100}$ +Агро Гумат+7 К)

Результатами исследований установлено (табл. 4), что за счет плодородия почвы можно рассчитывать на урожай 10,8 т/га клубней картофеля. Гумат калия жидкий торфяной для картофеля и Агро Гумат+7К способствуют увеличению урожая, в то время как применение препарата Гумат+7В не обеспечило достоверность прибавки урожая клубней картофеля.

Таблица 4 – Урожай картофеля (2019 г.)

Варианты опыта	Средняя урожайность, т/га	т/га	%
		+ к контролю	
Минеральные удобрения не вносятся			
VI (контроль)	10,8	-	-
VII	13,5	2,7	25
VIII	19,0	8,2	75,9
IV	20,2	9,4	87,1
Внесение минеральных удобрений в дозе 100 кг д.в./га			
V	15,8	5,0	46,3
VI	19,9	9,1	84,3
VII	20,9	10,1	93,5
VIII	23,1	12,3	113,9
Внесение минеральных удобрений в дозе 50 кг д.в./га			
IX	13,9	3,1	28,7
X	15,5	4,7	43,5
XI	19,2	8,4	77,8
XII	20,3	9,5	88,0
НСП ₀₅	-	2,78	-

Применение нитрофоски в полной и половинной нормах положительно повлияло на урожай картофеля, который повысился в среднем на 5 т/га при внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$, а уменьшение нормы до $N_{50}P_{50}K_{50}$ позволило увеличить урожай только на 3,1 т/га по сравнению с контрольным вариантом, на котором удобрения не вносились.

Как видно из таблицы 4, совместное применение гуматов и минеральных удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$) и ($N_{50}P_{50}K_{50}$) увеличило урожай по сравнению с контролем. Однако уменьшение дозы

внесения минеральных удобрений ($N_{50}P_{50}K_{50}$) не обеспечило прибавки урожая по сравнению с нормой $N_{100}P_{100}K_{100}$.

Результаты исследований показали положительное влияние применения нитрофоски на содержание азота в клубнях. Увеличение составило 0,26 % по сравнению с контролем при внесении полной дозы ($N_{100}P_{100}K_{100}$) (табл. 5) и 0,05 % по сравнению с контролем при внесении половинной дозы ($N_{50}P_{50}K_{50}$).

Таблица 5 – Содержание основных элементов питания в клубнях картофеля, % а.с.в.

Вариант	Азот, %	Фосфор, %	Калий, %
Без внесения минеральных удобрений			
VI (контроль)	2,23	0,33	1,48
VII	2,19	0,34	1,43



vIII	2,22	0,34	1,42
vIV	2,33	0,34	1,54
Внесение минеральных удобрений в дозе 100 кг д.в./га			
vV	2,49	0,36	1,66
vVI	2,39	0,36	1,60
vVII	2,50	0,37	1,62
vVIII	2,37	0,37	1,78
Внесение минеральных удобрений в дозе 50 кг д.в./га			
vIX	2,28	0,36	1,55
vX	2,30	0,36	1,62
vXI	2,27	0,35	1,76
vXII	2,28	0,36	1,55

Как видно из таблицы 5, содержание азота в клубнях картофеля увеличилось при использовании Агро Гумат+7 К (vIV) на 0,10 % по сравнению с контролем. Совместное применение гуматов и нитрофоски также увеличило значение этого показателя по сравнению с контролем. Однако использование биопрепаратов не превысило концентрацию азота, отмеченную в варианте vV ($N_{100}P_{100}K_{100}$), за исключением варианта vVII ($N_{100}P_{100}K_{100}$ +Гумат калия жидкий торфяной для картофеля), где оно составило 2,50 %. Уменьшение дозы внесения минерального удобрения до 50 кг/га д.в. не повлияло на концентрацию азота в клубнях картофеля.

Содержание фосфора в клубнях картофеля слабо изменилось по вариантам опыта. Внесение минеральных удобрений увеличило значение этого показателя на 0,03 %. На фоне с внесением полной дозы минеральных удобрений концентрация фосфора в клубнях колебалась от 0,36 до 0,37 %, на фоне с внесением половинной дозы – от 0,35 до 0,36 %.

Внесение минеральных удобрений увеличило содержание калия в клубнях на 0,08 %. На фоне без внесения удобрений использование только препарата Агро Гумат+7К повысило содержание калия, остальные препараты были заметно хуже.

Использование биопрепаратов на фоне внесения полной дозы минеральных удобрений заметно повысило концентрацию калия в клубнях, лучшим был вариант с применением Агро Гумат+7К, где значение этого показателя составило 1,78 % и было выше контрольного варианта ($N_{100}P_{100}K_{100}$) на 0,12 %. При внесении минеральных удобрений в половинной дозе под влиянием биопрепаратов в клубнях накапливалось чуть меньше калия по сравнению с полной дозой; наибольшая концентрация этого элемента в клубнях отмечалась в варианте с Гуматом калия жидким торфяным для картофеля и составила 1,76 %.

Заключение

Таким образом, в оптимизации питания картофеля наибольший практический интерес имеет сочетание гуматов и нитрофоски. Оно, несмотря на увеличение и стабилизацию урожайности кар-

тофеля, способствуют накоплению легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве.

По результатам проведенных полевых исследований, проводимых на дерново-подзолистой почве, нами установлено положительное действие биопрепаратов на урожай картофеля сорта «Удача». Так, наилучшие показатели отмечались на вариантах с Агро Гумат+7К и Гумат калия жидкий торфяной для картофеля во всех комбинациях, т.е. в чистом виде и совместном применении с минеральными удобрениями в полной ($N_{100}P_{100}K_{100}$) и половинной ($N_{50}P_{50}K_{50}$) нормах удобрений.

При этом можно предположить, что использование биопрепаратов позволяет увеличить перераспределение азота между надземными и подземными вегетативными органами, применение нитрофоски усиливает данный процесс. На это указывает увеличение содержания азота в клубнях картофеля. Одновременно с этим содержание калия также заметно изменилось, а содержание фосфора изменялось слабо.

Список литературы

1. Габибов, М.А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота [Текст]/ М.А. Габибов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. - №2 (53). – С.40-44.
2. Завалин, А.А. Управление азотным питанием растений в почве [Текст]/ А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, Л.С. Чернова, Н.Я. Шмырева// Агрохимический вестник. – 2012. - №6. – С. 38 – 40
3. Кузьмин, Н.А. Полевые культуры Рязанской области [Текст]/ Н.А. Кузьмин, О.А. Антошина, О.В. Черкасов. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАУ. – 2014. – 301 с.
4. Левин, В.И. Комплексное применение регуляторов роста и биогумуса при выращивании картофеля [Текст]/ В.И. Левин, А.С. Петрухин, Т.В. Хабарова// Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2016. - №10. – С. 321-326.
5. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями.



Ч.2. (Программа и методы исследования почв) [Текст]/ В.Д. Панников [и др.]. - М., 1986. - 147 с.

6.Полищук, С.Д. Влияние ультрадисперсных порошков кобальта на накопление биополимеров [Текст]/ С.Д. Полищук, Д.Г. Чурилов, В.В. Чурилова, И.В. Обидина, Г.И. Чурилов // Белгород. Образовательное учреждение высшего образования Дагестанский гуманитарный институт /Ж. Земля, 2019, №1, 20-26 <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=38940624>

7. Фадькин, Г.Н. Влияние длительного применения форм азотных удобрений на фосфатный режим серой лесной тяжелосуглинистой почвы [Текст]/ Г.Н. Фадькин, Я.В. Костин. - Вестник РГАТУ. - 2013. - №1(17). - С.31-35.

8.Фадькин, Г.Н. Зависимость баланса элементов питания в системе «Почва – удобрение – растение» от форм азотных удобрений в условиях юга Нечерноземья [Текст]/ [Текст]/ Г.Н. Фадькин,

Д.В. Виноградов // Вестник КрасГАУ. - 2015. - № 6 (105). - С. 13-18.

9.Фадькин, Г.Н. Миграция азота в системе «удобрение – почва – растение» под влиянием длительного применения удобрений [Текст]/ Г.Н. Фадькин, Д.В. Виноградов, А.В. Щур, Г.Д. Гогмачадзе // Агро-ЭкоИнфо. – 2015, №4. - http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/4/st_15.doc.

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

11. Якименко, В.Н. Фонд минерального азота почвы в зависимости от баланса калия в агроценозах [Текст]/ В.Н. Якименко //Плодородие.- 2010.- №2. - С.29-31

INFLUENCE OF HUMATES ON FERTILITY OF SODDY PODZOLIC SOIL AND YIELD OF POTATO WHEN APPLIED WITH THE COMPLEX INTEGRATED FERTILIZER

Gordienko Alena N., Postgraduate Student of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology,

Amelina Tatyana Yu., Postgraduate Student of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology,

Fadkin Gennady N., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, g-fadkin@mail.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The article analyzes the effect of humates, when combined with a full and half rate of the complex fertilizer (nitrophoska), on the properties of sod-podzolic soil associated with acidity and the content of nitrogen, phosphorus and potassium forms available to plants (agrochemical properties). The effectiveness of the preparations and mineral fertilizers was evaluated by the change in the exchange and hydrolytic acidity, the amount of exchange bases and the degree of saturation of the soil with bases. In addition, an analysis of the effect of humates and nitrophoska on the yield of potato was carried out. The research results showed vivid changes in the properties of sod-podzolic soil. Thus, all combinations of agrochemicals application contributed to soil acidification, with the exception of Agro Humat+7 K. Growing potatoes on the option without the use of fertilizers and biological products, reduced the content of nitrogen, phosphorus and potassium forms available to plants. The decrease in the content of nutrients was mainly due to their removal by the crop. The use of nitrophoska increased the content of easily hydrolyzable nitrogen, while the highest content of this element was observed in variants with a norm of 100 kg/ha. A noticeable increase in the content of mobile phosphorus in the studied soil was observed when the combination of humates and nitrophoska. The use of humates and nitrophoska in various combinations increased the content of exchangeable potassium in all the studied variants. Humates influenced the potato yield in different ways. So potassium humate liquid peat for potatoes and Agro Humat+7 K increased the yield, while the use of Humat+7 B did not provide a reliable increase in the yield of potato. The use of nitrophoska had some positive effect on the potato yield, which increased both with the introduction of $N_{100}P_{100}K_{100}$ and with the introduction of $N_{50}P_{50}K_{50}$. The combined use of humates and nitrophoska in the studied rates increased the yield in comparison with the control. However, a decrease in the dose of mineral fertilizers ($N_{50}P_{50}K_{50}$) did not affect the yield. Some positive effect of the combined use of humates and nitrophoska was noted on the content of nitrogen, phosphorus and potassium in potato tubers.

Key words: potatoes, yield, humates, nitrophoska, nutrients, nitrogen, phosphorus, potassium, soil fertility, soddy podzolic soil.

Literatura

1. Gabibov, M.A. Agroekologicheskie priemy povysheniya produktivnosti sevooborota [Текст]/ M.A. Gabibov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. - №2 (53). – С.40-44.

2.Zavalin, A.A. Upravlenie azotnym pitaniem rastenij v pochve [Текст]/A.A. Zavalin, G.G. Blagoveschenskaja, L.S. Chernova, N.Ja. Shmyreva// Agrohimijskij vestnik. – 2012. - №6. – С. 38 – 40

3.Kuzmin, N.A. Polevye kultury Rjazanskoj oblasti [Текст]/ N.A. Kuzmin, O.A. Antoshina, O.V. Cherkasov. – Rjazan': FGBOU VO RGATU. – 2014. – 301 s.

4. Levin, V.I. Kompleksnoe primenenie reguljatorov rosta i biogumusa pri vyraschivanii kartofelja [Текст]/ V.I. Levin, A.S. Petruhin, T.V. Habarova// Problemy mehanizatsii agrohimijskogo obespechenija sel'skogo hozjajstva. – 2016. - №10. – С. 321-326.



5. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju issledovanij v dlitel'nyh opytah s udobrenijami. Ch.2. (Programma i metody issledovanija pochvy) [Tekst]/ V.D. Pannikov [i dr.]. - M., 1986. - 147 s.

6. Polischuk, S.D. Vlijanie ul'tradispersnyh poroshkov kobal'ta na nakoplenie biopolimerov [Tekst]/ S.D. Polischuk, D.G. Churilov, V.V. Churilova, I.V. Obidina, G.I. Churilov // Belgorod. Obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija Dagestanskij humanitarnyj institut /Zh. Zemlja, 2019, №1, 20-26 <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=38940624>

7. Fadkin, G.N. Vlijanie dlitel'nogo primenenija form azotnyh udobrenij na fosfatnyj rezhim seroj lesnoj tjazhelosuglinistoj pochvy [Tekst]/ G.N. Fad'kin, Ja.V. Kostin. - Vestnik RGATU. - 2013. - №1(17). - S.31-35.

8. Fadkin, G.N. Zavisimost balansa elementov pitaniya v sisteme «Pochva – udobrenie – rastenie» ot form azotnyh udobrenij v uslovijah juga Nechernozemja [Tekst]/ [Tekst]/ G.N. Fakin, D.V. Vinogradov // Vestnik KrasGAU. - 2015. - № 6 (105). - S. 13-18.

9. Fadkin, G.N. Migratsija azota v sisteme «udobrenie – pochva – rastenie» pod vlijaniem dlitel'nogo primenenija udobrenij [Tekst]/ G.N. Fadkin, D.V. Vinogradov, A.V. Schur, G.D. Gogmachadze // Agro`EkolInfo. - 2015, №4. - http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/4/st_15.doc.

10. Habarova, T.V. Agroekologicheskaja effektivnost ispolzovanija osadka stochnyh vod i vermikompostov v agrotsenoze ovsy posevnogo [Tekst]/ T.V. Habarova, D.V. Vinogradov, B.I. Kochurov, V.I. Levin, N.V. Byshov// Jug Rossii: ekologija, razvitie. - 2018. - T.13. №2. - S. 132-143.

11. Jakimenko, V.N. Fond mineralnogo azota pochvy v zavisimosti ot balansa kalija v agrotsenozah [Tekst]/ V.N. Jakimenko // Plodorodie. - 2010. - №2. - S.29-31



УДК 631.347

DOI 10.36508/RSATU.2020.23.36.023

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВЕРСИИ СТРУИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ НАСАДОК С ОТВЕРСТИЕМ ЭЛЛИПСОВИДНОЙ ФОРМЫ

КУЗНЕЦОВ Александр Васильевич, соискатель кафедры технологии металлов и ремонта машин, tmirm@yandex.ru

ЮМАЕВ Дмитрий Михайлович, аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, yumaeb@yandex.ru

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, kn340010@rambler.ru

КОСТЕНКО Наталья Алексеевна, канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, kn340010@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В открытом грунте возделываются культуры, которые орошаются комбинированным способом – сочетанием естественных осадков и искусственного дождя. Высокие энергетические показатели искусственного дождя приводят к разрушению почвы и образованию поверхностного стока, неравномерности полива, что способствует развитию эрозии. В настоящее время существуют насадки с отверстиями, отличными от круглого, хотя их параметры недостаточно обоснованы. При использовании некруглых отверстий дождевальных насадок возникает инверсия струи. При истечении струи из круглого отверстия возникает инерция движения жидкости в радиальных направлениях к отверстию, что обуславливает сжатие струи. А при истечении жидкости из эллипсовидного сопла неравномерность давлений в радиальных направлениях, возникающих от инерционных нагрузок, способствует инверсии струи, изменению ее поперечного сечения. При истечении из дождевальных насадок чаще всего реализуется несовершенное сжатие струи, которое определяется не только степенью сужения потока, но и скоростью струи, разницей давлений и силами поверхностного натяжения. В данной работе исследуется устойчивость компактной струи, истекающей из отверстия эллиптической формы, исходя из сил поверхностного натяжения с помощью энергетического метода; оценивается изменение амплитуды колебаний поверхности струи во времени. Определено значение потенциальной энергии поверхностного натяжения для эллипсовидной струи различного сечения в диапазоне звуковых частот. Исследованиями установлено, что с увеличением размеров отверстия насадки возрастает потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи – увеличивается устойчивость струи и длина компактной части струи,

следовательно, каплеобразование начинается позже. Причем, чем выше частота колебаний (меньше длина волны), тем ниже потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи, тем легче струя распадается на капли. Таким образом, выбирая параметры сечения, можно определять длину струи и характер каплеобразования.

Ключевые слова: орошение, дождевальная насадка, эллипсовидное отверстие, инверсия струи, волновые явления, энергия поверхностного натяжения.

Введение

Овощеводство является важной отраслью сельского хозяйства. Потреблению овощей в развитых странах придается огромное значение, поэтому их производство и обеспечение населения овощами является важной задачей. Высокая урожайность сельскохозяйственных культур, особенно овощей, достигается применением комбинированного способа орошения – сочетанием искусственного дождя, естественных осадков и грунтовых вод. Процесс орошения сельскохозяйственных культур длится в течение всего периода вегетации – от появления всходов до уборки. Поэтому важно обеспечить энергосбережение и экологичность дождевальных машин.

Параметры дождя, создаваемого современными дождевальными машинами, отличаются высокими энергетическими показателями от естествен-

ных осадков и могут приводить к образованию поверхностного стока вследствие неравномерности полива, что способствует эрозии почвы и неэффективному использованию ресурсов.

Предотвращение водной эрозии почвы при искусственном орошении возможно на основе совершенствования технологических и конструктивных параметров дождевальных машин. Достижение высоких агротехнических показателей искусственного дождя в первую очередь требует совершенствования конструкций дождевальных насадок.

В настоящее время разработаны насадки с отверстиями, отличными от круглого [5], хотя их параметры недостаточно обоснованы (рис. 1). Основными показателями, определяющими параметры дождевальной машины, являются необходимый напор, интенсивность дождя, площадь полива, размер капель воды [2,4].

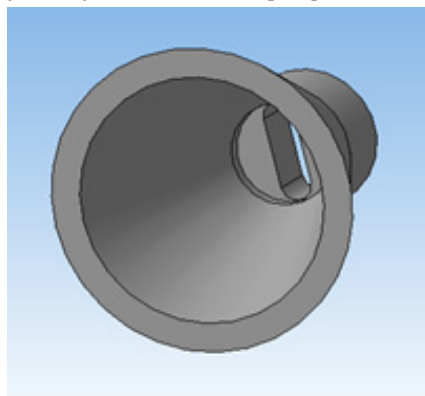
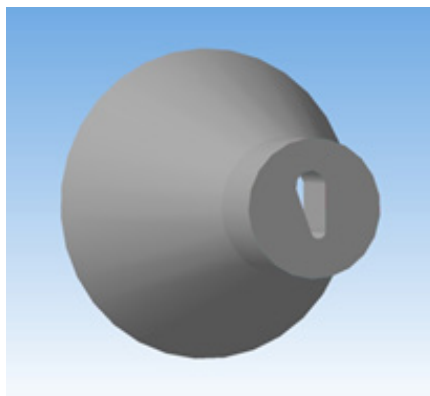


Рис. 1 – Насадка с диффузором и отверстие некруглой формы

При использовании некруглых отверстий дождевальных насадок возникает инверсия струи. Силами поверхностного натяжения можно объяснить периодическое изменение характера инверсии по длине струи, которое иногда выглядит как спиральное закручивание истекающей струи, мало зависящее от поперечной закрутки потока жидкости на срезе отверстия. На рисунке 2 изображено эллипсовидное сопло.

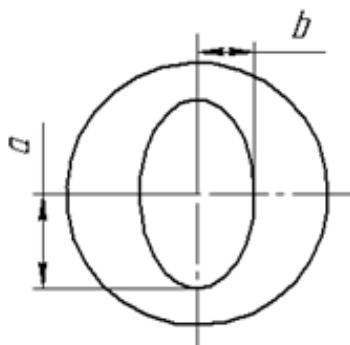


Рис. 2 – Эллипсовидная форма сопла дождевальной насадки

Материалы и методы исследований

При истечении возникает инерция движения жидкости в радиальных направлениях к отверстию, что обуславливает сжатие струи [3]. А при истечении жидкости из эллипсовидного сопла неравномерность давления в радиальных направлениях, возникающих от инерционных нагрузок, способствует инверсии струи, изменению ее поперечного сечения. При истечении из дождевальных насадок чаще всего реализуется несовершенное сжатие струи, которое определяется не только степенью сужения потока, но и скоростью струи, разницей давлений и силами поверхностного натяжения. При выходе из насадки резко меняется давление, но благодаря силам поверхностного натяжения струя не распадается на капли, в ней возникают волновые явления, которые меняют форму и размеры поперечного сечения струи, образуя инверсию (рис. 3).

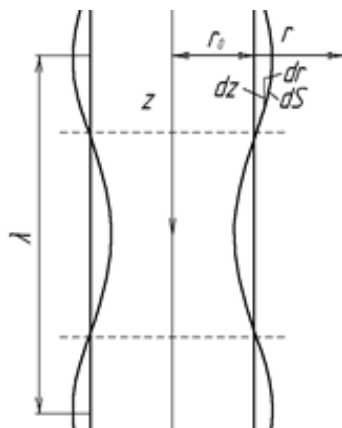


Рис. 3 – Изменение продольной формы струи в результате инверсии

Изменение наибольшего радиуса поверхности струи можно представить в виде уравнения

$$r_{\text{пог}} = r_0 + \alpha_0 \cdot \cos(kz) \quad (1)$$

где k – пространственная частота волнового возмущения, $k=2\pi/\lambda$;

λ – длина волны;

r_0 – средний радиус струи;

α_0 – приращение радиуса волны, причем $\alpha_0 \ll r_0$, $\alpha_0 \ll \lambda$.

Предположим, что движение жидкости на некотором промежутке постоянное и ламинарное, а также потенциал скорости ψ удовлетворяет условию

$$V_x = \frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (2)$$

И существует функция скорости ψ , удовлетворяющая уравнению Лапласа

$$\nabla^2 \psi = 0. \quad (3)$$

Учитывая, что изменение радиусов происходит относительно центральной оси струи, рассмотрим волновые явления в цилиндрических координатах для случая двумерного движения

$$V_r = \frac{\partial \psi}{\partial r} \quad (4)$$

$$V_z = \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0 \quad (6)$$

Проанализируем устойчивость струи, истекающей из отверстия эллиптической формы, исходя из сил поверхностного натяжения с помощью энергетического метода, оценив изменение амплитуды колебаний поверхности струи во времени. Определим изменение полной энергии жидкости в струе, с учетом потенциальной энергии поверхностного натяжения, и кинетической энергии движущейся жидкости.

Так как изменение энергии поверхностного натяжения жидкости пропорционально изменению площади при искривлении поверхности, найдем ее изменение. Учитывая волновые явления в

струе, величина среднего радиуса r_0 подвержена изменениям в различных сечениях, поэтому исследуем изменение площади поверхности на участке длины волны λ , так как в этом случае выполняется условие неизменности объема участка струи.

$$W = \pi \int_0^\lambda (r_0 + \alpha_0 \cdot \cos(kz))^2 dz \quad (7)$$

где W – объем струи на длине волны.

Проинтегрировав (7) и подставив пределы интегрирования, получим:

$$W = \pi(r_0^2 \lambda + \alpha_0^2 \frac{\lambda}{2}) \quad (8)$$

В то же время объем струи, не возмущенной волновыми явлениями, можно представить в виде

$$W = \pi a b \lambda \quad (9)$$

где a – длина большей полуоси эллипса;

b – длина малой полуоси эллипса.

Учитывая, что длины полуосей связаны соотношением

$b = a\sqrt{1-e^2}$, можно записать

$$W = \pi \lambda a^2 \sqrt{1-e^2} \quad (10)$$

где e – эксцентриситет эллипса.

Так как объемы струи на участках длины волны равные, определим соотношение размеров полуосей эллипса со средним размером радиуса.

$$\pi(r_0^2 \lambda + \alpha_0^2 \frac{\lambda}{2}) = \pi \lambda a b \lambda \quad (11)$$

Преобразовав, получим

$$r_0 = \sqrt{ab - \frac{\alpha_0^2}{2}} \quad (12)$$

Определим площадь искривленной поверхности струи

$$dS = \sqrt{(dr)^2 + (dz)^2} = dz \sqrt{1 + \left(\frac{dr}{dz}\right)^2} \quad (13)$$

Продифференцировав выражение (1) и подставив в выражение (13), получим

$$dS = dz \sqrt{1 + \alpha_0^2 k^2 \sin^2(kz)} \quad (14)$$

Разложим подкоренное выражение (14) в ряд Маклорена, который выглядит следующим образом [1]:

$$f(x) = f(0) + \frac{x}{1!} f'(0) + \frac{x^2}{2!} f''(0) + \dots \quad (15)$$

Представим подкоренное выражение (14) в виде

$$f(x) = \sqrt{1 \pm x^2} \quad (16)$$

Тогда производные от подкоренного выражения будут выглядеть следующим образом

$$f'(x) = \pm(1 \pm x^2)^{-\frac{1}{2}} x; f'(0) = 0 \quad (17)$$

$$f''(x) = \pm(1 \pm x^2)^{-\frac{1}{2}} \pm x \left[(1 \pm x^2)^{-\frac{3}{2}} x \right]; f''(0) = 0 \quad (18)$$

Так как значение $\alpha_0^2 k^2 \sin^2(kz) \ll 1$, то можем предположить, что $x \ll 1$, и с высокой точностью первые члены разложения будут отражать функцию $\sqrt{1+x^2} \approx 1 + \frac{x^2}{2}$

$$dS = dz \left(1 + \frac{1}{2} \alpha_0^2 k^2 \sin^2(kz) \right) \quad (20)$$

Площадь поверхности искривленной струи длиной λ с учетом выражений (1) и (20) равна:

$$S = \int_S 2\pi r_{\text{нов}} dz = \int_0^\lambda 2\pi \left(r_0 + \alpha_0 \cdot \cos(kz) \right) \left(1 + \frac{1}{2} \alpha_0^2 k^2 \sin^2(kz) \right) dz \quad (21)$$

Преобразовав выражение (21), проинтегрировав и подставив пределы, получим

$$S = 2\pi\lambda \left(r_0 + \frac{1}{4} r_0 \alpha_0^2 k^2 \right) = 2\pi\lambda r_0 \left(1 + \frac{1}{4} \alpha_0^2 k^2 \right) \quad (22)$$

Подставив значение выражения (12) в выражение (22) получим

$$S = 2\pi\lambda \left(1 + \frac{1}{4} \alpha_0^2 k^2 \right) \sqrt{ab - \frac{\alpha_0^2}{2}} \quad (23)$$

Периметр эллипса вычисляют по приближенным формулам из-за сложности расчетов по точной формуле; наиболее распространенной приближенной формулой является формула Рамануджана

$$L \approx \pi \left[3(a+b) - \sqrt{(3a+b)(a+3b)} \right] \quad (24)$$

Определим изменение площади поверхности струи при искривлении

$$\Delta S = 2\pi\lambda \left(1 + \frac{1}{4} \alpha_0^2 k^2 \right) \sqrt{ab - \frac{\alpha_0^2}{2}} - \pi \left[3(a+b) - \sqrt{(3a+b)(a+3b)} \right] \quad (25)$$

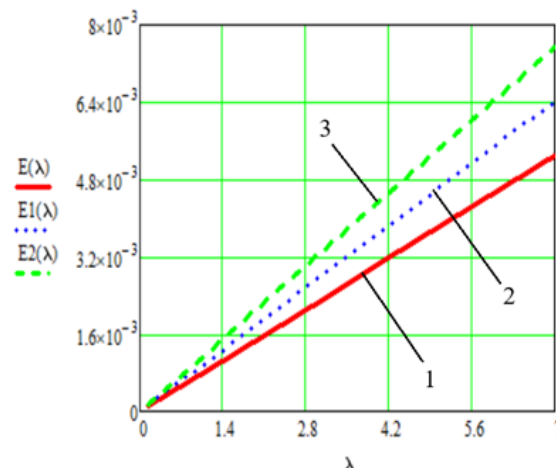
Потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи, подверженной волновым явлениям, будет выглядеть следующим образом

$$E_p = 2\pi\lambda\sigma \left[\left(1 + \frac{1}{4} \alpha_0^2 k^2 \right) \sqrt{ab - \frac{\alpha_0^2}{2}} - \frac{1}{2} \left[3(a+b) - \sqrt{(3a+b)(a+3b)} \right] \right] \quad (26)$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения.

Результаты исследований и их обсуждения

Рассчитаем значения потенциальной энергии поверхностного натяжения для эллипсовидной струи различного сечения в диапазоне звуковых частот и построим график (рис. 4).



1 – параметры эллипсовидного отверстия $a = 0,003$ м, $b = 0,002$ м; 2 – параметры эллипсовидного отверстия $a = 0,0035$ м, $b = 0,0025$ м; 3 – параметры эллипсовидного отверстия $a = 0,004$ м, $b = 0,003$ м

Рис. 4 – Зависимость потенциальной энергии поверхностного натяжения (Дж) для эллипсовидной струи от длины волны (м)

Анализ рисунка показывает, что с увеличением размеров отверстия насадки возрастает потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи – увеличивается устойчивость струи и длина компактной части струи, следовательно, каплеобразование начинается позже. Причем, чем выше частота колебаний (меньше длина волны), тем ниже потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи, тем легче струя распадается на капли. Изменение характера истечения хорошо заметно на монолитной части для плоских струй, когда приходится несколько периодов, похожих на спираль. В зависимости от условий подачи жидкости и формы отверстия насадки возможны спиральные и псевдоспиральные формы струи. Псевдоспиральная инверсия при определенных условиях превращается в спиральное закручивание струи. Таким образом, выбирая параметры сечения, можно определять длину струи и характер каплеобразования.

Заключение

В результате исследований установлено, что с увеличением размеров отверстия насадки возрастает потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи – увеличивается устойчивость струи, следовательно, каплеобразование начинается позже. Причем, чем выше частота колебаний (меньше длина волны), тем ниже потенциальная энергия поверхностного натяжения для эллипсовидной струи, тем легче струя распадается на капли. Таким образом, выбирая параметры сечения, можно определять длину струи и характер каплеобразования.

Список литературы

1. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. - М. : Наука, - 1978. - 832с. : ил.
2. Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей. СТО АИСТ



11.1 – 2010. – 56 с.

3. Особенности истечения жидкости через отверстия некруглой формы / В. Н. Пильгунов, К. Д. Ефремова // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2015. - № 2. - С. 1-23.

4. Пат. 187870 Российская Федерация А01G 25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице / Рязанцев Анатолий Иванович, Травкин Владислав Сергеевич, Рембалович Георгий Константинович, Бышов Николай Владимирович, Бoryчев Сергей Николаевич, Лазуткина Лариса Николаевна, Костенко Михаил Юрьевич, Безносюк Роман Владимирович, Кузнецов Александр Васильевич, Богданчиков Илья Юрьевич; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) – №: 2018133057, заявл. 17.09.2018; опубл.: 21.03.2019, Бюл. № 9.– 3 с.

5. Пат. 2672448 Российская Федерация А01G 25/09 . ДОЖДЕВАЛЬНЫЙ АППАРАТ / Рязанцев Анатолий Иванович, Ольгаренко Геннадий Владимирович, Терпигорев Анатолий Анатольевич, Агейкин Алексей Викторович, Мищенко Николай Андреевич, Грушин Алексей Владимирович, Гжибовский Сергей Александрович; Лебедев Денис Андреевич, заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга" – №: 2017141458, заявл. 29.11.2017; опубл.: Опубликовано: 14.11.2018 Бюл. № 32.– 7 с.

UDC 631.347

STUDY OF JET INVERSION OF SPRINKLING NOZZLES WITH ELLIPSOID HOLE

Kuznetsov Alexander V., Applicant for the Department of Metal Technology and Machine Repair, tmirm@yandex.ru

Yumaev Dmitry M., postgraduate student of the Department of Metal Technology and Machine Repair, yumaeb@yandex.ru

Rembalovich Georgy K., Dr. Sciences, Dean of the Faculty of Road Transport, rgk.rgatu@yandex.ru

Kostenko Mikhail Yu., Dr. Sciences, Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru

Kostenko Natalia A., Cand. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, kn340010@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva

In the open field, crops are cultivated that are irrigated in a combined way - a combination and use of natural precipitation and artificial rain. High energy performance of artificial rain leads to soil destruction and the formation of surface runoff, irregular irrigation, which contributes to the development of erosion. Currently, there are nozzles with holes other than round, although their parameters are insufficiently substantiated. When using non-circular sprinkler holes, jet inversion occurs. During the outflow, the inertia of the liquid movement occurs in radial directions to the hole, which causes the compression of the jet. And when the liquid flows out of the elliptical nozzle, the non-uniformity of pressure in the radial directions arising from inertial loads contributes to the inversion of the jet and contributes to a change in its cross section. When flowing out of sprinkler nozzles, imperfect compression of the jet is most often realized, which is determined not only by the degree of narrowing of the flow, but also by the speed of the jet, the difference in pressure and the forces of surface tension. Let us investigate the stability of a compact jet flowing out of an elliptical hole, proceeding from the surface tension forces using the energy method, estimating the change in the amplitude of oscillations of the jet surface in time. Let us determine the values of the potential energy of surface tension for an ellipsoidal jet of various sections in the range of sound frequencies. Studies have established that with an increase in the size of the nozzle orifice, the potential energy of surface tension for an ellipsoidal jet increases - the stability of the jet and the length of the compact part of the jet increase, therefore, droplet formation begins later. Moreover, the higher the vibration frequency (shorter wavelength), the lower the potential energy of surface tension for an ellipsoidal jet, the easier the jet breaks up into drops. Thus, by choosing the parameters of the section, it is possible to determine the length of the jet and the nature of the drop formation.

Key words: irrigation, sprinkler nozzle, elliptical hole, jet inversion, wave phenomena, surface tension energy.

Literatura

1. Spravochnik po matematike (dlya nauchnyh rabotnikov i inzhenerov). /Korn G., Korn T.// M.: Nauka, - 1978, - 832s.: il.

2. Mashiny i ustanovki dozhdeval'nye. Metody ocenki funktsional'nykh pokazatelej. STOAIST 11.1 – 2010. – 56s.

3. Osobennosti istecheniya zhidkosti cherez otverstiya nekrugloy formy. / Pil'gunov V. N., Efremova K. D. // Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Bauman. 2015. № 2. S. 1-23.

4. Pat. 187870 Rossijskaya Federaciya A01G 25/09. Dozhdeval'naya ustanovka dlya poliva kassetoj rassady v teplice / Ryazancev Anatolij Ivanovich, Travkin Vladislav Sergeevich, Rembalovich Georgij Konstantinovich, Byshov Nikolaj Vladimirovich, Borychev Sergej Nikolaevich, Lazutkina Larisa Nikolaevna, Kostenko Mihail YU'evich, Beznosyuk Roman Vladimirovich, Kuznecov Aleksandr Vasil'evich, Bogdanchikov Il'ya YU'evich; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe



uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva" (FGBOU VO RGATU) – №: 2018133057, zayavl. 17.09.2018; opubl.: 21.03.2019, Byul. № 9.– 3 s.

5. Pat. 2672448 Rossijskaya Federaciya A01G 25/09 . DOZHDEVAL'NYJ APPARAT / Ryazancev Anatolij Ivanovich, Ol'garenko Gennadij Vladimirovich, Terpigorev Anatolij Anatol'evich, Agejkin Aleksej Viktorovich, Mishchenko Nikolaj Andreevich, Grushin Aleksej Vladimirovich, Gzhibovskij Sergej Aleksandrovich; Lebedev Denis Andreevich, zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie nauchno-issledovatel'skij institut sistem orosheniya i sel'hozvodostsnabzheniya "Raduga" – №: 2017141458, zayavl. 29.11.2017; opubl.: Opublikovano: 14.11.2018 Byul. № 32.– 7 s.



УДК 631.8:631.452

DOI 10.36508/RSATU.2020.11.68.024

СПОСОБ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

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

ПАВЛОВ Артём Андреевич, аспирант кафедры экономики и менеджмента, kuroz@mail.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

Одной из современных экологических проблем планеты является деградация почв. Вследствие их длительного неиспользования и наращивания производства кормов для развития животноводства особую актуальность приобретают исследования в области освоения залежных земель с учетом локальных особенностей природной среды. Учитывая, что производство кормовых культур представляет собой один из щадящих режимов воздействия на природную среду, в работе предлагается начинать освоение залежных земель с выращивания однолетних и многолетних трав с применением почвенных мелиорантов, в качестве которых используется гуминовый препарат с биогукусом. Целью работы является изучение воздействия гуминового препарата с биогукусом на свойства почвы и содержание питательных веществ в сене полученного урожая кормовых трав. Установлено влияние предлагаемых почвенных мелиорантов на повышение качества кормов, а также положительное влияние на основные показатели плодородия почвы. Таким образом, на опытных вариантах было достигнуто содержание в сухом веществе сена сырого протеина 13,21-14,71 %, сырого жира 3,28-3,51 %, сырой золы 5,92-7,81 %, фосфора 0,33-0,38%, кальция 0,59-0,69 %. В почвенном горизонте 0-20 см на опытных вариантах зафиксировано увеличение содержания подвижного калия до 111,4-164,2 мг/кг, подвижного фосфора до 71,7-124,4 мг/кг. В ходе анализа экономической и энергетической составляющих предлагаемого подхода применения удобрений рассчитано, что стоимость растениеводческой продукции покрывает расходы на применение почвенных мелиорантов. Уровень рентабельности при этом на дерново-подзолистой почве – в пределах 6,7-10,5 %, на серой лесной почве – 12,5-14,0 % по усредненным данным за три года опыта. Коэффициент энергетической эффективности составил 2,3-2,5 ед. В результате проведенных исследований рекомендовано применение гуминового препарата в дозе 150 л/га (с концентрацией 0,015 %) в почву вместе с биогукусом в дозе 10 т/га перед посевом в полном объеме в почву.

Ключевые слова: гуминовый препарат, биогукус, почвенное плодородие, кормовые травы, сено, урожайность, биологизация земледелия, уровень грунтовых вод.

Введение

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства становится рациональное использование сельскохозяйственных угодий. Выведенные из оборота площади со временем превращаются в залежные земли, подверженные деградационным процессам, зарастающие сорной и кустарниковой растительностью с большим количеством возбудителей болезней культурных растений, выращиваемых на прилегающих территориях (Дзыбов, 2016).

В государственном докладе о состоянии и использовании земель в 2016 году опубликовано,

что на территории Российской Федерации за последнее десятилетие площадь залежных земель составляет 4,9-5,1 млн га. По данным министерства сельского хозяйства на территории Рязанской области площадь залежных земель составляет примерно 150 тыс. га.

В целях сохранения плодородия почвы при борьбе с деградацией и освоения залежных земель в целом становится необходимым создание и поддержание условий с оптимальным агрофизическим и агрохимическим состоянием почв.

Производство кормовых культур представляет собой один из щадящих режимов воздействия



на почвенную среду. Они являются хорошим элементом севооборота, способствующим улучшению плодородия почвы. В условиях нечерноземной зоны включение трав в севооборот является экономически выгодным и безопасным способом борьбы с сорняками, вредителями культурных растений. Травы оказывают влияние на почвенные элементы, в частности, семейство бобовых активно участвует в накоплении азота в почвенном слое. Выращивание многолетних трав на полях с уклоном способствует снижению процессов ветровой и водной эрозии за счет уплотнения почвы при отсутствии ежегодной обработки почвы. Некоторые виды кормовых трав способствуют снижению кислотности и засоленности почвы. Поэтому освоение залежных земель необходимо начинать с выращивания однолетних и многолетних трав (Лукашов, 2001, Семенов, 2014).

В современных условиях жизнедеятельности сельскохозяйственных предприятий единым условием, при котором возможно сохранение плодородия, снижение загрязнения природной среды, повышение урожая, обеспечение животноводства качественными кормами, является биологизация системы земледелия и сельского хозяйства в целом.

В тренде ухода от химизации сельского хозяйства к его экологизации рассмотрение именно органических и органо-минеральных препаратов является перспективным (Левин, 2015). В связи с этим в наших исследованиях используется органо-минеральный гуминовый препарат марки ЭКО-РОСТ. Отличительной особенностью данного препарата является его эффективное производство по технологии гидродинамической кавитации, в результате получаемый препарат содержит гуминовые вещества в большем количестве и в более активном виде (Чердакова, 2016).

Цель и задачи исследований – изучить комплексное действие гуминового препарата и биогумуса при близком залегании грунтовых вод на содержание основных элементов питания в почве, химический состав сена кормовых трав, определить агроэнергетическую и экономическую эффективность приемов освоения залежных земель.

Методика исследований

Трехлетние исследования проведены на лизиметрической площадке УНИЦ «Агротехнопарк», расположенной в Рязанской области. Изучены три уровня залегания грунтовых вод (далее УГВ):

1,5; 1,0; 0,5 м на фоне применения гуминового препарата и биогумуса. Контрольным принят вариант без применения удобрений.

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

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

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

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

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

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

Таблица 1 – Варианты опыта

№ п/п	Почва	Вариант
1	Дерново-подзолистая	Контроль
2		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,5
3		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,0
4		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 0,5
5	Серая лесная	Контроль
6		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,5
7		Гумат 150 л/га + Биогумус 10 т/га+УГВ 1,0
8		



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

Результаты исследований

Положительное влияние удобрений при высоком УГВ на питательный режим почвы оказалось также достоверно положительным и на

продуктивность кормовых трав; результаты представлены в табл. 2. На дерново-подзолистой почве по отношению к контрольному варианту урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси увеличилась на 1413-1489 г/м² (в контроле – 2567 г/м²), выход сена – на 332-351 г/м² (в контроле – 633 г/м²), урожайность зеленой массы многолетних трав увеличилась на 114-296 г/м² (в контроле – 594 г/м²), выход сена – на 27-68 г/м² (в контроле – 149 г/м²).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы и сена, в среднем за 2017-2019 годы, г/м²

№ п/п	Почва	Вариант	2017-2019			
			Вико-овсяная смесь		Многолетние травы	
			Зеленый корм	Сено	Зеленый корм	Сено
1	Дерново-подзолистая	1	2567	633	594	149
2		2	3980	965	708	176
3		3	4056	984	890	217
4		4	3631 *	898 *	733	182
5	Серая лесная	5	2900	715	720	176
6		6	4226 *	1032 *	808	199
7		7	4440	1085	835	205
8		8	4702	1149	898	225

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

На серой лесной почве по отношению к контрольному варианту урожайность вико-овсяной смеси зеленой массы увеличилась на 1540-1802 г/м² (в контроле – 2900 г/м²), выход сена – на 370-434 г/м² (в контроле – 715 г/м²), урожайность зеленой массы многолетних трав увеличилась на 88-178 г/м² (в контроле – 720 г/м²), выход сена – на 23-49 г/м² (в контроле – 176 г/м²) (абс.).

Корреляционный анализ показал сильную обратную зависимость между уровнем грунтовых вод и урожайностью вико-овсяной смеси на серой лесной почве. ($r = -0,87$; $p = 0,001$). Уравнение данной прямолинейной зависимости имеет вид:

$$y = 5,85 - 1,62 \cdot x$$

Чем ниже УГВ (y), тем ниже урожайность (x). Наибольшую достоверную прибавку урожая на

дерново-подзолистой почве обеспечили органо-минеральные удобрения при УГВ 1,0 м, на серой лесной почве – органо-минеральные удобрения при УГВ 0,5 м.

С увеличением урожайности трав произошли изменения химического состава. При повышении урожайности существенно изменялся химический состав сена трав, результаты представлены в таблице 3. Под влиянием органо-минеральных удобрений и УГВ на дерново-подзолистой почве содержание сырого протеина в сухом веществе увеличилось с 11,74 в контроле до 13,21-14,15 %, сырого жира – с 3,25 до 3,28-3,41 %, сырой золы – с 5,92 до 6,64-7,13 %, фосфора – с 0,32 до 0,33-0,35 %, кальция – с 0,57 до 0,59-0,65 % (абс.).

Таблица 3 – Химический состав сена кормовых трав в зависимости от УГВ

и органо-минеральных удобрений, массовая доля в пересчете на сухое вещество (далее с.в.), в среднем за 2017-2019 гг., %

Почва	Вариант	Содержание с.в.	2017-2019											
			Сырая клетчатка		Сырой жир		Сырой протеин		Сырая зола		Фосфор		Кальций	
			С.в.	Отк.	С.в.	Отк.	С.в.	Отк.	С.в.	Отк.	С.в.	Отк.	С.в.	Отк.
Дерново-подзол.	1	80,2	25,31	-	3,25	-	11,74	-	5,92	-	0,32	-	0,57	-
	2	80,1	24,17	-4,5	3,34	+2,8	13,75	+17,1	6,77	+14,4	0,34	+6,2	0,65	+14,0
	3	80,2	23,89	-5,6	3,41	+4,9	14,15	+20,5	7,13	+20,4	0,35	+9,4	0,65	+14,0
	4	79,9	24,43	-3,5	3,28	+0,9	13,21	+12,5	6,64	+12,2	0,33	+3,1	0,59	+3,5
Серая лесная	5	81,0	27,22	-	3,17	-	12,00	-	6,18	-	0,34	-	0,62	-
	6	80,3	26,37	-3,1	3,34	+5,4	13,38	+11,5	6,41	+3,8	0,35	+2,9	0,63	+1,6
	7	80,1	26,26	-3,5	3,36	+6,0	13,66	+13,8	6,94	+12,3	0,37	+8,8	0,64	+3,2
	8	80,0	25,82	-5,1	3,51	+10,7	14,71	+22,6	7,81	+26,4	0,38	+11,8	0,69	+11,3



Немного выше было влияние органо-минеральных удобрений и УГВ на серой лесной почве. На опытных вариантах в сухом веществе содержание сырого протеина увеличилось с 12,0 в контроле до 13,38-14,71 %, сырого жира – с 3,17 до 3,34-3,51 %, кальция – с 0,62 до 0,63-0,69 %, сырой золы – с 6,18 до 6,41-7,81 %, фосфора – с 0,34 до 0,35- 0,38 % соответственно.

Внесение гуминового препарата в сочетании с биогумусом оказало достоверное положительное влияние на показатели плодородия, способствуя активации процессов образования питательных веществ; результаты представлены в таблице 4. Накопление продуцируемых нитратов в большей степени зависело от температурного режима и

уровня минерального питания растений, и характеризовало обеспеченность почвы доступным для растений азотом. За период исследований в дерново-подзолистой почве на варианте без внесения удобрений содержание составило: NO_3^- – 13,3 мг, с применением удобрений и фиксацией разнорыскового УГВ – 21,7-24,5 мг на 1 кг почвы, соответственно. Фиксация на 1 м УГВ повышало концентрацию NO_3^- до 24,5 мг на 1 кг. Повышенное влияние было выявлено на серой лесной почве: на варианте без внесения удобрений содержание NO_3^- было 16,1 мг, с применением удобрений и установлением разнорыскового УГВ – 25,3-27,5 мг на 1 кг почвы. Установление на 0,5 м УГВ повышало концентрацию NO_3^- до 27,5 мг на 1 кг.

Таблица 4 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см под посевами однолетних и многолетних кормовых культур, в зависимости от органо-минерального питания и УГВ, в среднем за 2017-2019 годы, мг/кг

Вар.	I декада мая	I декада июня	I декада июля	I декада августа	среднее
Дерново-подзолистая почва					
1	10,7	13,9	14,3	14,2	13,3
2	23,8	21,4	27,1	21,3	23,4
3	24,6	22,7	28,4	22,1	24,5
4	22,3	19,4	25,5	19,4	21,7
Серая лесная почва					
5	13,1	16,7	17,3	17,1	16,1
6	20,9	23,4	30,5	26,2	25,3
7	21,4	24,9	30,8	27,6	26,2
8	22,7	25,7	32,5	29,2	27,5

Полученные данные свидетельствуют о непосредственном влиянии применяемых удобрений на динамику минерализации нитратного азота. Увеличение темпов этого процесса связано с улучшением почвенных условий, что является важным фактором развития микроорганизмов в почвенном горизонте 0-20 см. Повышенный УГВ усиливал влияние на процессы минерализации азота. При близком залегании грунтовых вод в случае смыкания их с инфильтрационными водами возможны потери нитратной формы азота. Од-

новременно в условиях снижения УГВ возможен подъем нитратного азота восходящим током влаги по градиенту концентрации. То есть миграция нитратного азота в большей степени зависит от гранулометрического состава почвы, определяющего интенсивность передвижения влаги.

Содержание подвижного калия и фосфора также зависело от внесения органо-минеральных удобрений и повышенного УГВ, результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Динамика содержания подвижного калия и фосфора в слое почвы 0-20 см под посевами однолетних и многолетних кормовых культур, в зависимости от органо-минерального питания и УГВ, в среднем за 2017-2019 годы, мг/кг

Вариант	K_2O		P_2O_5	
	До опыта	Среднее	До опыта	Среднее
Дерново-подзолистая почва				
1	68,4	60,1	37,6	31,7
2	68,4	114,0	37,6	73,1
3	68,4	119,8	37,6	75,7
4	68,4	111,4	37,6	71,7
Серая лесная почва				
5	116,0	100,8	85,8	79,8
6	116,0	161,1	85,8	121,4
7	116,0	162,4	85,8	122,4
8	116,0	164,2	85,8	124,4



В среднем за период исследований в дерново-подзолистой почве на варианте без внесения удобрений содержание K_2O составило 60,1 мг, с применением удобрений и установлением разноразного УГВ – 111,4-119,8 мг на 1 кг. На серой лесной почве на контрольном варианте содержание K_2O – 100,8 мг, с применением удобрений и высоким УГВ 161,1-164,2 мг на 1 кг. В среднем за три года исследований в дерново-подзолистой почве на варианте без внесения удобрений содержание P_2O_5 составило 37,1 мг, с применением удобрений и установлением разноразного УГВ – 71,7-75,7 мг на 1 кг. На серой лесной почве на контрольном варианте содержание K_2O – 79,8 мг,

с применением удобрений и высоким УГВ 121,4 – 124,4 мг на 1 кг.

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

При применении органо-минеральных удобрений и установлении высокого УГВ, т.е. при изменении условий увлажнения, повышалась агроэнергетическая эффективность применяемых приемов. Результаты представлены в таблице 6.

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

Вариант	Коэф. энергетич. эффективности	Энерг. себест., ГДж/т	Условно чистый доход, тыс. руб. с 1-го га	Уровень рентабельности, %
Дерново-подзолистая почва				
1	1,9	4,6	0,92	5,12
2	2,1	4,2	1,65	6,71
3	2,4	3,8	3,63	10,52
4	2,1	4,3	1,92	7,28
Серая лесная почва				
5	2,1	4,0	2,04	8,87
6	2,2	3,8	4,03	12,43
7	2,3	3,7	4,45	13,32
8	2,5	3,4	4,71	14,01

В расчетах были учтены и посчитаны производственные затраты, количество затраченной обменной энергии и полученной с урожаем. Коэффициент энергетической эффективности на дерново-подзолистой почве при контрольном варианте составил 1,9, на варианте с применением органо-минеральных удобрений и установлением УГВ 1,0 м коэффициент составил 2,4. Энергия себестоимости снизилась с 4,6 ГДж/т до 3,8 ГДж/т соответственно. На серой лесной почве коэффициент энергетической эффективности при контрольном варианте составил 2,1, на варианте с применением органо-минеральных удобрений и установлением УГВ 0,5 м, коэффициент составил 2,5. Энергия себестоимости снизилась с 4,0 ГДж/т до 3,4 ГДж/т соответственно.

Применение органо-минеральных удобрений приводило к увеличению показателей энергетической эффективности, причем высокий УГВ 0,5-1,0 м способствовал данной зависимости. Коэффициент энергетической эффективности увеличился с 1,9 и 2,1 на контрольных вариантах дерново-подзолистой (при УГВ 1,0 м) и серой лесной почвы (при УГВ 0,5 м) до 2,4 и 2,5 ед. соответственно. Таким образом снизилась энергия себестоимости продукции с 4,6 и 4,0 на контрольных вариантах до 3,8 и 3,4 ГДж/т соответственно.

Максимальный экономический эффект был достигнут на вариантах с применением ГЭ в дозе 150 л/га и биогумуса 10 т/га при УГВ 1,0 м на дер-

ново-подзолистой почве, УГВ 0,5-0,7 м на серой лесной почве – условно чистый доход увеличился с 0,92 и 2,04 на контрольных вариантах до 3,63 и 4,71 тыс. р./га соответственно, и прибавка составила 2,71 и 2,67 тыс. руб./га. Уровень рентабельности увеличился с 5,12 и 8,87 на контрольных вариантах до 10,52 и 14,01 %, прибавка составила 5,4 и 5,14 % соответственно.

Заключение

В сложившихся эколого-экономических условиях целесообразно начинать освоение залежных дерново-подзолистых и серых лесных почв с выращивания однолетних и многолетних кормовых трав. В целях улучшения основных показателей плодородия почвы, продуктивности и содержания питательных веществ в кормовых травах рекомендуется применять органо-минеральные удобрения в виде гуминового препарата в дозе рабочего раствора 150 л/га (0,015 %) в комплексе с биогумусом в дозе 10 т/га непосредственно перед посевом в почву, при соблюдении общепринятых агротехнических мероприятий по механической обработке почвы с целью сохранения влаги и борьбы с сорной растительностью.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Левин, В.И. Эффективность действия препаратов различной природы на рост и урожайность картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин //



Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля». – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. – С. 176-178.

3. Лукашов, В.Н. Роль многолетних трав в системе кормопроизводства. / В.Н. Лукашов // Кормопроизводство – 2001. – №6. – С. 78.

4. Мажайский, Ю.А. Оптимизация параметров почвенных режимов лугов Окской поймы / Ю.А. Мажайский, Ю.А. Томин, С.В. Тазина, Ф. Икроми, А.А. Павлов // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса – 2017. – № 3 (32). – С. 3-8.

5. Семенов, Н.А. Райграс однолетний как индикатор агрогенного воздействия на экологиче-

ские свойства почвы при возделывании на корм и семена / Н.А. Семенов, В.А. Золотарев, А.Н. Снитко // Вестник ТГУ. – 2014. – №19 (5) – С. 34 – 35.

6. Чердакова, А.С. Экологическая оценка влияния различных гуминовых препаратов на состояние техногенно-измененных серых лесных почв: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / А.С. Чердакова. – Рязань, 2016. – С. 71-80.

7. Новоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 156 с.

8. Соколов, А.В. Агрохимические методы исследования почв / А.В. Соколов. – М.: Наука, 1965. – 430 с.

METHOD FOR DEVELOPMENT OF LONG-FALLOW LANDS IN THE NON-BLACK EARTH ZONE WHEN GROWING FODDER CROPS

Mazhaysky Yuri A., Doctor of Agricultural Science, Full Professor of the Department of Economics and Management, director@mntc.pro

Pavlov Artyom A., Aspirant of the Department of Economics and Management, kupoz@mail.ru
Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Soil degradation is one of the current environmental problems. Due to their long-term non-use and the increase in feed production for the development of animal husbandry, research in the field of the development of long-fallow lands, taking into account the local characteristics of the natural environment, is of particular relevance. Considering that the production of fodder crops is one of the sparing modes of impact on the nature, the article suggests starting the development of long-fallow lands with the cultivation of annual and perennial grasses, with the use of soil ameliorants, which are used as a humic preparation with biohumus. The purpose of the work is to study the effect of a humic preparation with biohumus on soil properties and nutrient content in the hay of the harvested forage grasses. The influence of the proposed soil ameliorants on improving the quality of feed, as well as a positive effect on the main indicators of soil fertility has been established. Thus, experimental variants had the following content in dry matter of hay: 13.21-14.71% of crude protein, 3.28-3.51% of crude fat, 5.92-7.81% of crude ash, 0.33-0.38% of phosphorus and 0.59-0.69% of calcium. The content of mobile forms of potassium in the soil horizon of 0-20 cm increased in the experimental variants to 111.4-164.2 mg/kg and phosphorus to 71.7-124.4 mg/kg. Evaluation of the economic and energy efficiency of the studied fertilizer application system showed that the cost of crop production covers the cost of using soil ameliorants. At the same time, the level of profitability on sod-podzolic soil was 12-15% and 22-27% on gray forest soil on average over the years of the research. The energy efficiency ratio was 2.3-2.5 units. As a result of the studies, it was recommended to use a humic preparation at a dose of 150 l/ha (with a concentration of 0.015%) into the soil together with biohumus 10 t/ha before sowing.

Key words: humic preparation, biohumus, soil fertility, forage grasses, hay, yield, biologization of agriculture, groundwater level.

Literatura

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

2. Levin, V.I. Effektivnost' deystviya preparatov razlichnoy prirody na rost i urozhaynost' kartofelya / V.I. Levin, A.S. Petrukhin // Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Nauchno-prakticheskiye aspekty innovatsionnykh tekhnologiy vozdelvaniya i pererabotki kartofelya». – Rязань: Izd-vo RГАТУ, 2015. – С. 176-178.

3. Lukashov, V.N. Rol' mnogoletnikh trav v sisteme kormoproduktsii. / V.N. Lukashov // Kormoproduktsiya. – Moscow, 2001. – №6. – С. 78.

4. Mazhayskiy, Yu.A. Optimizatsiya parametrov pochvennykh rezhimov lugov Okskoy poymy [Tekst] / Yu.A. Mazhayskiy, Yu.A. Tomin, S.V. Tazina, F. Ikromi, A.A. Pavlov // Teoreticheskiye i prikladnyye problemy agropromyshlennogo kompleksa. – 2017. – № 3(32). – С. 3-8.

5. Semenov, N.A. Raygras odnoletniy kak indikator agrogennoy vozdelyvaniya na ekologicheskiye svoystva pochvy pri vozdelyvaniy na korm i semena / N.A. Semenov, V.A. Zolotarev, A.N. Snitko // Vestnik TGU. – 2014. – №19 (5) – С. 34-35.

6. Cherdakova, A.S. Ekologicheskaya otsenka vliyaniya razlichnykh guminovykh preparatov na sostoyaniye tekhnogenno-izmenennykh serykh lesnykh pochv: dis. ... kand. Biol. nauk: 03.02.08 [Tekst] / Cherdakova Alina Sergeyevna. – Rязань, 2016. – С. 71-80.

7. Novoselov, Yu.K. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami / Yu.K. Novoselov. – М.: Rossel'hoz-academia, 1983. – 197 s.

8. Sokolov, A.V. Agrokhimicheskiye metody issledovaniya pochv / A.V. Sokolov. – М.: Nauka, 1965. – 430 s.



МУСАЕВ ФАРРУХ АТАУЛЛАХОВИЧ



Заслуженный работник сельского хозяйства РФ,
Академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор каф.
ТПиППЖ

Мусаев Ф.А. родился 6 сентября 1950 года в селе Лагич Закатальского района Азербайджанской ССР. После окончания средней школы поступил в Закатальский сельскохозяйственный техникум и в 1969 году окончил его по специальности «Ветеринария». С 1969 по 1971 годы служил в рядах Советской армии.

В 1971 году поступил в Рязанский сельскохозяйственный институт на зооинженерный факультет и в 1976 году окончил его, получив специальность «Зоотехния». С 1976 по 1982 годы работал главным зоотехником колхоза «Россия» Рыбновского района Рязанской области, с 1982 по 1989 годы – директор откормочного комплекса совхоза «Рыбновский», с 1989 по 2005 годы – генеральный директор Рыбновского молочного комбината («ЗАО АМОФ»). В мае 2000 года успешно защитил кандидатскую диссертацию по специальности 06.02.04 – «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства».

За многолетний, добросовестный труд в сельскохозяйственном производстве и успехи в его раз-

витии 12 апреля 2002 года Указом Президента Российской Федерации Мусаеву Ф.А. присвоено Почетное звание "Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации".

Фаррух Атауллахович в 2008 году защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему: «Обоснование технологии производства молока и молочных продуктов в условиях введения и действия Государственных стандартов России». В 2009 году ему присвоена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук, в 2011 году – ученое звание профессора по кафедре технологии производства и переработки продукции животноводства.

В 2016 году по решению Европалаты награжден Дипломом и Европейской золотой медалью за профессиональную деятельность по науке, культуре и образованию. Награжден многими медалями, орденами и государственными наградами за многолетний, добросовестный труд в период производственной и преподавательской деятельности.

Мусаев Ф.А. – автор 243 научных работ. Из них 62 – книги, монографии и учебники, 3 авторских свидетельства и патента, 85 статей в рецензируемых журналах ВАК, 94 статьи в журналах, сборниках научных трудов, тезисы и материалы научных конференции и другие публикации.

В настоящее время Фаррух Атауллахович работает профессором кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, является членом Ученого совета ФГБОУ ВО РГАТУ, членом двух советов по защите докторских диссертаций. Является участником Интернет-энциклопедии «Выдающиеся ученые России» с 2009 года, Академиком Российской академии естествознания.

Коллектив университета поздравляет Вас, уважаемый Фаррух Атауллахович, со знаменательной датой и желает дальнейших творческих успехов, воплощения новых идей и намеченных планов, неиссякаемой энергии, мудрости и терпения, поиска новых идей и их реализации!

Крепкого Вам здоровья, счастья и благополучия, творческого долголетия и успехов!



УЛЬЯНОВ ВЯЧЕСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ

Почётный работник науки и техники Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технических систем в АПК.

25 июля отметил 60-летие один из ведущих преподавателей инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, доктор технических наук, заведующий кафедрой технических систем в АПК Ульянов Вячеслав Михайлович.

После окончания в 1977 году Ухоловской средней школы (Рязанская область) начал свой трудовой путь плотником Ухоловской МПМК. С 1978 по 1980 годы проходил срочную службу в рядах Советской армии.

После увольнения из армии в 1980 году был зачислен слушателем подготовительного отделения Рязанского сельскохозяйственного института имени профессора П.А. Костычева, после завершения обучения и успешной сдачи выпускных экзаменов в 1981 году был зачислен студентом факультета механизации сельского хозяйства. Во время обучения в институте был активным студентом, участвовал в спортивной жизни и показал незаурядные способности. На пятом курсе ему была назначена Ленинская стипендия. В 1986 году с отличием окончил институт и поступил в очную аспирантуру при кафедре механизации животноводческих ферм Рязанский СХИ. По окончании срока обучения в аспирантуре в 1989 году по настоящее время работает в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (бывший Рязанский СХИ) сначала ассистентом, а после защиты кандидатской диссертации в 1990 году старшим преподавателем, затем доцентом и после защиты докторской диссертации в 2008 году заведующим кафедрой механизации животноводства. В настоящее время является заведующим кафедрой технических систем в АПК инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ.

В.М. Ульянов плодотворно сочетает педагогическую работу с научной деятельностью. Основные направления научных работ в соответствии с планом НИОКР ФГБОУ ВО РГАТУ, которыми руководит В.М. Ульянов:

- совершенствование технологии и технических средств доения, контроля и учета молока;
- разработка технологии приготовления силоса в мягких вакуумированных контейнерах.

В.М. Ульянов является автором более 200 научных и методических работ, 42 авторских свидетельств и патентов на изобретение и полезные модели. Под его руководством на кафедре стабильно проводится учебно-методическая работа.

Вячеслав Михайлович является членом Ученого, методического и диссертационного советов университета. Им подготовлено четыре кандидата технических наук.

За заслуги в области педагогической, научно-технической деятельности и воспитание инженерных и научных кадров В.М. Ульянов награжден почетной грамотой министерства сельского хозяйства РФ и нагрудным знаком «Почетный работник науки и техники РФ», почетными грамотами ФГБОУ ВО РГАТУ и ценным подарком Рязанской областной Думы.

В.М. Ульянов пользуется большим уважением в коллективе Рязанского государственного агротехнологического университета за простоту в обращении и внимание к нуждам людей, за принципиальный и уважительный характер, за научное и преподавательское мастерство.

Коллектив преподавателей, студентов и сотрудников университета поздравляет Вячеслава Михайловича с юбилеем и желает крепкого здоровья и дальнейших успехов во всех начинаниях.





УСПЕНСКИЙ ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ



24 июля 2020 г. доктору технических наук, профессору, почетному работнику высшего профессионального образования РФ, почетному работнику АПК РФ, академику Российской Академии транспорта Успенскому Ивану Алексеевичу исполнилось 65 лет. За период трудовой деятельности в Рязанском сельскохозяйственном институте имени профессора П.А. Костычева, затем академии и университете Иван Алексеевич прошел все профессиональные иерархические ступени от ассистента до заведующего кафедрой, сформировавшись в умелого организатора и руководителя. Возглавляя более 19 лет кафедру «Техническая эксплуатация транспорта», Иван Алексеевич внес огромный вклад в становление и развитие автодорожного факультета университета. За эти годы им накоплен большой научный потенциал. Юбиляр имеет более 620 научных и учебно-методических работ, 3 авторских свидетельства на изобретение, 33 патента Российской Федерации на изобретения, 7 свидетельств на полезную модель и 35 патентов на полезную модель Российской Федерации, 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, более 150 статей в журналах, рецензируемых ВАК, более 22 статей в

глобальных международных реферативных базах Scopus и Web of Science; изданы и используются в учебном процессе 12 монографий и 18 учебных пособий с грифом УМО по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов. За эти годы ученый снискал глубокое уважение и любовь студентов, сотрудников университета. Нельзя не отметить и высокие человеческие качества Ивана Алексеевича – его порядочность, честность, человечность, понимание сложившейся ситуации и выход из нее с оптимальным и правильным решением. Иван Алексеевич пользуется заслуженным авторитетом и уважением в студенческой среде, применяя активные формы обучения. Его лекционные и практические занятия носят познавательный характер и всегда проходят с большим интересом у обучающихся. Нельзя не отметить активную жизненную позицию этого человека, который всегда придет на помощь, поддержит словом и делом всех, кому это жизненно необходимо. Все, кто знает Ивана Алексеевича, отмечают его искренность, порядочность, принципиальность и, в то же время, доброту этого человека. Имя Успенского Ивана Алексеевича занимает достойное и заслуженное место в «Золотом фонде» сотрудников и ученых университета. Юбиляр постоянно оказывает помощь агропромышленному комплексу, ежегодно осуществляет руководство научно-исследовательскими работами по хозяйственной тематике. При его непосредственном участии организовано новое направление деятельности вуза – автодорожный факультет, ведущая кафедра факультета «Техническая эксплуатация транспорта» и лаборатория по техническому обслуживанию и диагностике автомобилей; приобретено и внедрено в учебный процесс современное диагностическое оборудование. Большое внимание уделяется подготовке студентов и профессорско-преподавательского состава факультета. Под его руководством успешно защитили дипломные проекты более 350 студентов, им подготовлено 13 кандидатов и 4 доктора технических наук. Иван Алексеевич является заместителем председателя диссертационного совета Д220.057.03 при ФГБОУ ВО РГТУ, членом совета Д 212.117.06 при ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева и экспертом ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Наш юбиляр – это неиссякаемый источник жизненного оптимизма, неуспокоенности на достигнутом, всегда идущий в ногу со временем, а очень часто и опережая его. Коллектив автодорожного факультета и кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» желает уважаемому Ивану Алексеевичу здоровья, трудовых успехов, жизненного оптимизма, всегда сохранять бодрость духа и неиссякаемую энергию творчества.