

2(42)'2019

ISSN 2077-2084

12+

ВЕСТНИК

РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА



ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

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

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

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

№2 (42), 2019

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. Габиров, 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**

**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
#2 (42), 2019

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. Kaliczakaya, 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: (4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Circulation 700. **Order No. 1409. Date of publication**
Date of publication. 28.06.2019r.

Certificate of registration media PI NUMBER FS77-51956 dated
November 29, 2012
Printed in the Publishing house of the RGATU, Ryazan, Kostycheva
str., 1., RM. 103- b Price edition 185 rubles 50 kopecks Subscription
index of the publication in the prospectus of the
“Press of Russia” 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

БЛАГОВ Д. А., НОВИКОВ Н. Н., МИТРОФАНОВ С. В., ПАНФЕРОВ Н. С. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПО ЗАГОТОВЛЕНИЮ СОЧНЫХ КОРМОВ	5
ЗАХАРОВА О. А., ЕВСЕНКИН К. Н. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РЯЗАНСКОЙ МЕЩЕРЫ	12
МАРЧЕНКОВА Л. А., ПАВЛОВА О. В., ЧАВДАРЬ Р. Ф., ЧЕБАНЕНКО С. И. ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОРТОВ ЯРОВОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ «ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»	19
МИТРОФАНОВ С. В., НОВИКОВ Н. Н., НИКИТИН В. С., БЛАГОВ Д. А., ПАНФЕРОВ Н. С., БЕЛЫХ С. А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ БАЛАНСА ГУМУСА	25
НАЗАРОВА С. А., НОВАК М. Д. ИММУНОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТОКСОПЛАЗМОЗА	30
ПРАХОВА Т. Я., ПРАХОВ В. А. ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	36
ПРУДНИКОВ А. Д., КУРЯТОВ П. А. АМИНОКИСЛОТНЫЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ В ПРОЦЕССЕ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	41
СЕИДЛИ Я. М., ГУЛИЕВ Ш.А., НАСИРОВ А. М. НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАРАЗИТА <i>Pylae cypriacea</i> В ВОДОЕМАХ АЗЕРБАЙДЖАНА	47
ШАШУРИНА Е. А., ПОМИНЧУК Ю. А., РЕДЬКОВА Л. А. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИГОДНОСТИ ИЛОВОГО СУБСТРАТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ	52
ШЕВХУЖЕВ А. Ф., УЛИМБАШЕВ М.Б., ХУРАНОВ А. М. ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА И СОСТОЯНИЕ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗМА МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ ПРИВЯЗНОМ И БЕСПРИВЯЗНОМ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ	58
БОРЫЧЕВ С. Н., ШТУЧКИНА А. С., ГАВРИЛИНА О. П. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ	65
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	
АБРАМОВ Ю. Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ СРЕЗА ЕДИНИЧНОГО СТЕБЛЯ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОТВЫ	69
АНДРЕЕВ К. П., АНИКИН Н. В., БЫШОВ Н. В., ТЕРЕНТЬЕВ В. В., ШЕМЯКИН А. В. ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	74
БОГДАНЧИКОВ И. Ю., БЫШОВ Н. В., БАЧУРИН А. Н., ДРОЖЖИН К. Н. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ В АГРЕГАТЕ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ	81
БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., МОРОЗОВ С. С., ЦЫМБАЛ А. А., ЧУХЛАНОВ В. Ю. К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРГОВЫХ СОТОВ	87
БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., УСПЕНСКИЙ И. А., КОСТЕНКО М. Ю., ФОМИН С. Д. ВОДНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЧИСТКА ВОСКОВОГО СЫРЬЯ	92
ВЕДИЩЕВ С. М., ПРОХОРОВ А. В., ЗАВРАЖНОВ А. И., ХОЛЬШЕВ Н. И., КАЖИЯХМЕТОВА А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА-СМЕСИТЕЛЯ	96
ГАЙБАРЯН М. А., НОВИКОВ Н. Н., ГАПЕЕВА Н. Н., СИДОРКИН В. И. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ДИСПЕРГАЦИИ И ГОМОГЕНИЗАЦИИ СУСПЕНЗИИ ТОРФА, БИОГУМУСА И БУРОГО УГЛЯ	102
ГУРЬЯНОВ Д. В., ХМЫРОВ В. Д., ЮХИН И. А. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОМЕТА ПРИ СОДЕРЖАНИИ КУР В КЛЕТКАХ	107
КИРЮШИН И. Н., РЕТЮНСКИХ В. Н. К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ СВЯЗИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ЦИКЛОМ	112
КОКОРЕВ Г. Д., АФИНОГЕНОВ И. А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУЛЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ МЕТОДОМ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ	117
ЦЫМБАЛ А. А., КОКОРЕВ Г. Д., УСПЕНСКИЙ И. А., ЮХИН И. А., ЛИМАРЕНКО Н. В. ПРОЦЕСС ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАБОЧИХ ТЕЛ В ПОСТРАБОЧЕЙ ЗОНЕ АКТИВАТОРА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ	121
Трибуна молодых учёных	
БОРЫЧЕВ С. Н., ВЛАДИМИРОВ А. Ф., КОЛОШЕИН Д. В., СИЗОВ Р. И., ВОЛКОВ А. И., КУЛЬКОВ С. Н. К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ХРАНЕНИЮ КАРТОФЕЛЯ	129
КОРОТКИХ В. В., ВОСТРОИЛОВ А. В., КАПУСТИН С. И. ОЦЕНКА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ КОРОВ ДЖЕРСЕЙСКОЙ И МОНБЕЛЬЯРДСКОЙ ПОРОД	135
ЛИНОВИЦКАЯ А. А., САЙТХАНОВ Э. О., КОНЦЕВАЯ С. Ю. ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕМИОЛОГИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЕЛЬМИНТОЗНЫХ ИНВАЗИЙ СРЕДИ ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ МОСКОВСКОЙ И РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ	140
ПРУДНИКОВ А. Д., СОЛНЦЕВА О. И. ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА СОРНЫЙ КОМПОНЕНТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	145
ФАДЬКИН Г.Н., БУРДУЧКИНА Т. В. ВЛИЯНИЕ НАНОПОРОШКА ЖЕЛЕЗА НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА, КАРОТИНОИДОВ И МАРГАНЦА В ДВУХЛЕТНЕЙ ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ГОДА	150
САЙТХАНОВ Э.О., БЕСЕДИН Д. С. ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ ДИСПАНСЕРИЗАЦИЯ КОРОВ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ КОПЫТЕЦ	156
ЮБИЛЯРЫ	162



Content

AGRICULTURAL SCIENCE

BLAGOV D. A., NOVIKOV N. N., MITROFANOV S.B., PANFYOROV N. C. SOFTWARE COMPLEX FOR PERFORMING CALCULATIONS FOR SUCCULENT FODDER CONSERVATION	5
ZAKHAROVA, O. A., EVSENKIN K. N. MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF RECLAIMED PEAT SOILS OF RYAZAN MESCHERA	12
MARCHENKOVA L. A., PAVLOVA O. V., CHAVDAR R. F., ORLOVA T. G., CHEBANENKO S. I. SOWING QUALITIES OF SEEDS OF VARIETIES OF SPRING AND WINTER WHEAT BREEDING FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION "FRC "NEMCHINOVKA»	19
MITROFANOV S. V., NOVIKOV N. N., NIKITIN V. S., BLAGOV D. A., PANFYOROV N. S., BELYKH S.A. MATHEMATICAL MODELS FOR HUMUS BALANCE FORECASTING	25
NAZAROVA S. A., NOVAK M. D. IMMUNOCHROMATOGRAPHIC METHOD FOR THE DIAGNOSTIC OF TOXOPLASMOSIS	30
PRAHOVA T.Y., PRAHOV V. A. ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY VARIETIES OF OLIVE CULTURES IN THE MIDDLE VOLGA REGION	36
PRUDNIKOV A. D., KURAYTOV P. A. AMINO ACID BIOSTIMULANTS IN THE PROCESS OF GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF EARLY MATURING MAIZE HYBRIDS IN THE SMOLENSK REGION	41
SEYIDLI Y. M., GULIYEV S.A., NASIROV A. A. SOME BIOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THE PARASITE OF FISHES <i>Lernaea cyprinacea</i> , IN WATER-CONDITIONS OF AZERBAIJAN	47
SHASHURINA E. A., POMINCHUK Y.A., REDKOVA L. A. A BIOASSAY IN DETERMINING THE SUITABILITY OF SILT SUBSTRATE FOR USE AS FERTILIZER	52
SHEVHUZHEV A.F., ULIMBASHEV M. B., HURANOV A. M. REPRODUCTIVE QUALITIES OF DAIRY CATTLE IN TETHERED AND LOOSE WAYS CONTENT	58
BORYCHEV S. N., STUCHKINA J. S., GAVRILINA O.P. THE EFFICIENCY OF DRAINAGE SYSTEMS AT RECLAMATION OF WETLAND SOILS OF THE NONCHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION	65

TECHNICAL SCIENCE

ABRAMOV Y. N. EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE SHEAR FORCE OF SINGLE STEM POTATO LEAVES	69
ANDREEV K.P., ANIKIN N.V., BYSHOV N. V., TERENCEV V. V., SHEMYAKIN A .V. INTRODUCTION OF EXACT FARMING SYSTEM	74
BOGDANCHIKOV I. Y., BYSHOV N.V., BACHURIN A. N., DROZHZHIN K. N. RESULTS OF APPLICATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS IN THE UNIT FOR UTILIZATION OF NOT GRAIN PART OF THE HARVEST AS FERTILIZER	81
BYSHOV D. N., KASHIRIN D. Y., MOROZOV S. S., TSYMBAL A. A., CHUKHLANOV V. Y. TO THE QUESTION OF THE RESEARCH OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE HONEYCOMBS	87
BYSHOW D. N., KASHIRIN D. E., USPENSKIY I. A., KOSTENKO, M. Y, FOMIN S. D. AQUEOUS ULTRASONIC CLEANING WAX RAW MATERIALS	92
VEDISHCHEV S. M., PROKHOROV A. V., ZAVRAZHNOV A. I., GOLYSHEV N. V., KAZHIAKHMETOVA A. A. A STUDY OF ENERGY CONSUMPTION OF A SCREW BATCHER MIXER	96
GAYBARYAN M. A., NOVIKOV N. N., GAPEEVA N. N., SIDORKIN V. I. PHYSICAL AND MECHANICAL PROCESSES IN THE DEVICE FOR DISPERSING AND HOMOGENIZING SUSPENSION OF PEAT, BIOHUMUS AND BROWN COAL	102
GURYANOV D.V., HMYROV V. D., YUKHIN I.A. PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF THE LITTER WHEN THE CONTENT OF CHICKENS IN CAGES	107
KIRYUSHIN I. N., RETYUNSKIKH V. N. TO THE QUESTION OF EXAMINING THE RELATIONSHIP OF THE COEFFICIENT OF TECHNICAL READINESS OF VEHICLES OPERATING CYCLE	112
KOKOREV G. D., AFINOGENOV I. A. STEERING AMPLIFIERS, THEIR CLASSIFICATION AND ROLE IN THE VEHICLE CONTROL SYSTEM	117
TSYMBAL A. A., KOKOREV G.D., USPENSKIY I. A., YUKHIN I. A., LIMARENKO N.V. THE PROCESS OF MOVING OF WORKING BODIES IN THE AREA POTREBICA ACTIVATOR DISINFECTION	121

ITRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

BORYCHEV S.N., VLADIMIROV A. F., KOLOSHEIN D.V., SIZOV R. I., VOLKOV A I., KULKOV S. N. TO THE QUESTION OF RESEARCH ON STORING POTATOES	129
KOROTKIKH V. V., VOSTROILOV A. V., KAPUSTIN S. I. REPRODUCTIVE CAPACITY ASSESSMENT OF JERSEY AND MONBELIARDS COWS BREEDS	135
LINOVITSKAYA A A., SAYKHANOV E., KONTSEVAYA S.Y. FEATURES OF EPIDEMIOLOGY OF SPREAD OF HELMINTHOUS INVASIUM AMONG ADULTS AND CHILDREN IN THE TERRITORIES OF THE MOSCOW AND RYAZAN REGION.	140
PRUDNIKOV A.D., SOLNTSEVA O. I. EFFECT OF HERBICIDES ON WEED COMPONENT IN THE CULTIVATION OF EARLY MATURING HYBRIDS OF MAIZE IN THE CONDITIONS OF THE SMOLENSK REGION	145
FADKIN G.N., BURDUCHKINA T. V. INFLUENCE OF IRON NANOPOWDER ON THE CONTENT OF CHLOROPHYLL, CAROTENOIDS AND MANGANESE IN TWO-YEAR-OLD NEEDLES OF THE SCOTCH PINE DEPENDING ON THE SEASON	150
SAYTKHANOV E.O., BESEDIN D. S. ORTHOPEDIC MEDICAL EXAMINATION OF COWS AND ANALYSIS OF EFFICIENCY OF VETERINARY AND SANITARY ACTIONS FOR PREVENTION OF DISEASES OF HOOVES	156
AHEROES OF THE DAY	162



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



УДК 636.085.521./524:004.416.6

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПО ЗАГОТОВЛЕНИЮ СОЧНЫХ КОРМОВ

БЛАГОВ Дмитрий Андреевич, канд. биол. наук, ст. научн. сотрудник, aspirantyra2013@gmail.com

НОВИКОВ Николай Николаевич, канд. с.-х. наук, врио директора, Novikov-NN.vnims@yandex.ru

МИТРОФАНОВ Сергей Владимирович, канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе, вед.

научн. сотрудник, f-mitrofanoff2015@yandex.ru

ПАНФЕРОВ Николай Сергеевич, канд. тех. наук, ст. научн. сотрудник, nikolaj-panfyorov@yandex.ru

ИТОСХ - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

В данной статье рассматриваются вопросы оптимизации расчетов, проводимых в хозяйствах при заготовлении сочных кормов. Основным кормом как в стойловый, так и в круглогодичный периоды служит силос, который может составлять до 50% от общей структуры рациона. Использование данного вида корма оказывает положительное влияние на пищеварительную систему животных, способствуя возбуждению аппетита, увеличивая тем самым потребление корма, и повышает использование питательных веществ рациона. Поэтому актуальным остается вопрос улучшения качества заготавливаемого силоса, а также повышения его питательности путем обогащения различными кормовыми добавками, препаратами и т.д. Разработанный программный комплекс «СИЛОС» позволяет проводить расчеты по регулированию влажности заготавливаемой кормовой массы; обогащению данного вида корма азотистыми препаратами с целью повышения протеиновой питательности; раскислению для снижения негативных последствий от переизбытка органических кислот; определению максимальной суточной дачи силоса с учетом живого веса животного как с применением раскисляющих реагентов, так и без них. Кроме основных расчетов дополнительно реализован модуль по определению объема заготовленного силоса в траншеях, курганах различной формы, башнях и расчет общей заложенной зеленой массы. Актуальным в данной программе является модуль определения минимального значения pH при силосовании, которое показывает степень подкисления, а, соответственно, и устойчивость корма к развитию аэробных и анаэробных гнилостных бактерий. Предлагаемый программный комплекс позволяет решать основные технологические задачи, связанные с заготовлением силоса, а также определять оптимальное количество его для введения в рацион крупному рогатому скоту без вреда для здоровья.

Ключевые слова: программа, алгоритм, силос, влажность, кислотность, карбамид, корова, солома, обогащение, органические кислоты.

Введение

Заготовка кормов высокого качества является одним из важнейших этапов формирования прочной кормовой базы. Залогом доброкачественности корма служит правильно подобранная агротехника возделывания кормовой культуры, уборка зеленой массы в оптимальную фазу вегетации, выполнение заготовительных работ в установленные сроки и т.д. Убранный зеленую массу используют в заготовке как грубых кормов в виде сена, сенажа, так и сочного корма – силоса. Силос является универсальным, молокогонным кормом, который способствует повышению молочной продуктивности, а также содержит провитамины А [5]. Процесс силосования зеленой массы основывается на молочнокислом брожении сахаров заготавливаемого корма в аэробных условиях. В результате брожения образуются органические кислоты: молочная, уксусная, пропионовая и т.д. Предпочтение отдается молочнокислому брожению, так как молочная

кислота является более сильной и для своего синтеза затрачивает значительно меньше сахара, чем та же уксусная кислота. Ввиду этого и созревание силоса будет протекать интенсивнее при наименьших потерях сахара и других питательных веществ. В результате брожения силосной массы понижается pH среды, что в свою очередь способствует подавлению гнилостных процессов. Чтобы силосованный корм отвечал оптимальным показателям питательности, необходимо строгое соблюдение всех технологических операций, а также своевременный химический анализ сырья и корректировка необходимых технологических расчетов [1,3]. К технологическим расчетам можно отнести: регулирование влажности силосуемой зеленой массы при закладке; определение объема и веса заготовленного корма; расчет оптимального значения pH; обогащение азотистыми добавками с целью повышения протеиновой питательности и многое другое. Для решения данной проблемы был раз-



работан программный комплекс «СИЛОС», который обеспечивает проведение основных расчетов в зоотехнии. Программа может применяться в хозяйствах с разной формой собственности, а также в вузах для образовательных целей (демонстрация автоматизации производственных процессов) и в решении научных задач.

Описание программы

Программный комплекс «СИЛОС» представляет собой набор расчетных модулей, которые объединены общим интерфейсом. Модули в данной программе реализованы в виде кнопок, что позволяет запускать необходимый расчет. Каждая кнопка программы имеет свое уникальное название, отражающее суть проводимой операции (рис.1)

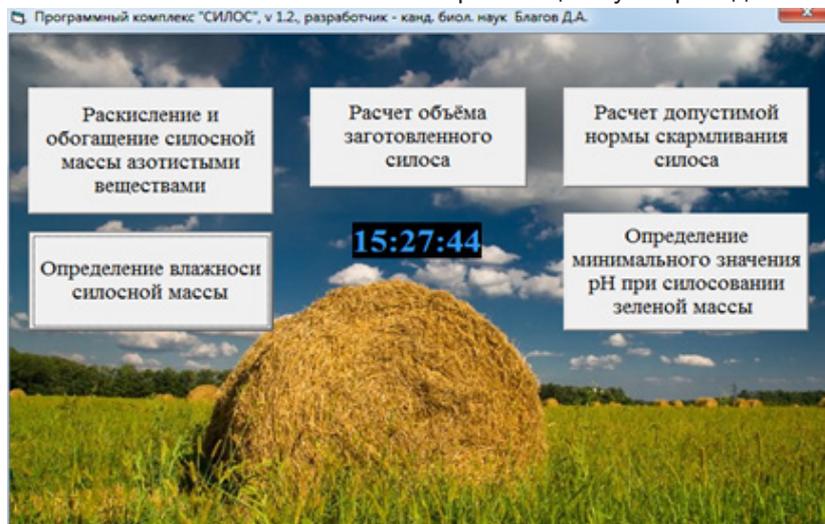


Рис. 1 – Интерфейс программы «СИЛОС» v 1.2.

Модули программного комплекса представлены следующими кнопками:

- 1) определение влажности силосной массы;
- 2) раскисление и обогащение силосной массы азотистыми веществами;
- 3) расчет объема заготовленного силоса;
- 4) расчет допустимой нормы скармливания силоса;
- 5) определение минимального значения pH при силосовании зеленой массы.

К преимуществам разработанной программы относятся ее малая емкость (менее 1 Mb), реализация в виде exe. файла, что дает возможность запуска без предварительной установки в операционную систему. При этом храниться программный комплекс может как на компьютере, так и на съемных носителях, что делает его мобильным.

Модуль «Определение влажности силосной массы»

Чтобы получить силос высокого качества, не-

обходимо установить влажность силосуемой зеленой массы, соломы и, конечно же, готового продукта. Для этих целей в практике применяется «квадрат Пирсона». Недостатком данного метода является трудоемкость вычислений. Поэтому для упрощения проводимого расчета и уменьшения ошибок предлагается применять модуль по определению влажности силосной массы (рис.2).

Представленный программный модуль представляет собой 4 ячейки, в которые пользователь вводит необходимую информацию для вычислений, а также две управляющие кнопки. В качестве примера представлены следующие данные: оптимальная влажность готового силоса – 75,0% (граница оптимума колеблется от 65,0 до 75,0%), влажность закладываемой зеленой массы – 80,0%, соломы – 12,0%. Общее количество силоса, на которое и будет проводиться расчет, составляет 197 тонн.

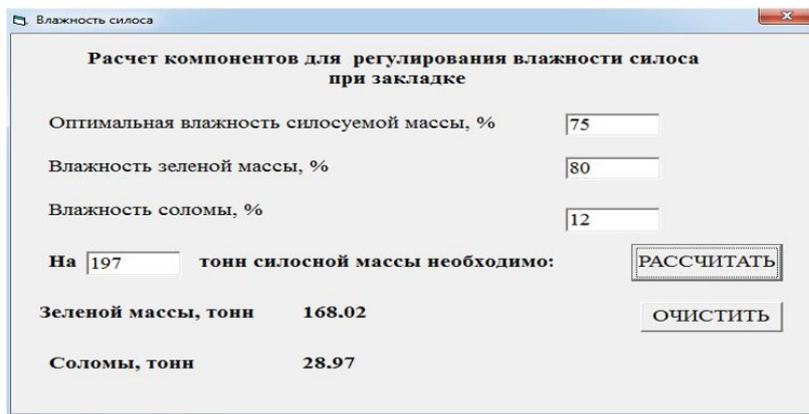


Рис. 2 – Интерфейс программы по регулированию влажности силоса



Когда введены все требуемые данные, пользователь нажимает кнопку «РАССЧИТАТЬ» и программа выдает результат. В данном примере показано, что для получения силоса влажностью 75,0% и общим объемом 197 тонн необходимо заложить зеленой массы влажностью 80,0% 168,02 тонн и соломы влажностью 12,0% – 28,97 тонны. Если необходимо провести ряд расчетов, то нужно нажать на кнопку «ОЧИСТИТЬ» и все заполненные ранее ячейки с данными и выходной результат очистятся.

Модуль «Раскисление и обогащение силосной массы азотистыми веществами»

Особенность данной программы в том, что она объединяет два независимых расчета (рис.3).

Раскисление силоса может проводиться в следующих ситуациях: когда значение pH ниже рекомендуемой границы, то есть очень кислый корм, или же в химическом составе обнаружено нарушение соотношения органических кислот и т.д. В качестве раскисляющих агентов могут применяться различные добавки на основе натрия и кальция (углекислый натрий, бикарбонат натрия, едкий натр, мел и т.д.). Количество вводимых раскислителей может быть различным. Например, мел может добавляться в количестве 5-10 г на 1 кг силоса, добавление соды находится в тех же границах. После добавления раскисляющих агентов скормливание силоса производится только через 2 часа. За этот промежуток времени наступает нейтрализация кислот и повышение уровня pH. Чтобы рассчитать количество раскислителя, необходимо заполнить 2 ячейки. В первую вводится количество реагента, для примера было взято 8,0 г и количество силосной массы – 4370 кг. После проведения расчетов было установлено, что к 4370 кг силоса необходимо добавить 546,25 кг раскисляющего реагента.

Обогащение силоса азотистыми добавками необходимо в случае, если закладываемая культура имеет низкую протеиновую питательность. Оптимальная дозировка азотистых добавок колеблется в пределах 4-7 г на 1 кг силосуемой массы. Внесение азотистых веществ повышает протеиновую питательность в среднем на 40,0% [4]. Применение карбамида и ряда других синтетических азотистых соединений является безопасным и доступным способом использования небелковых до-

бавок в кормлении скота. В процессе силосования большая часть карбамида превращается в аммонийные соли органических кислот, которые медленно растворяются в содержимом рубца жвачных и лучше используются его микрофлорой для синтеза белка. Пример расчета обогащения силоса небелковой добавкой показан на рисунке 3.

Рис. 3 – Интерфейс программы по раскислению и обогащению силоса

В качестве азотистой добавки был выбран карбамид в количестве 5 кг на 1 тонну и общее количество силосной массы – 354 тонны. Расчет показал, что на указанный объем силосуемой массы необходимо ввести 1770 кг карбамида. Дозировка азотистых добавок в программе начинается от 1 и заканчивается 10 кг на 1 тонну силоса, что позволяет проводить различные варианты расчета.

Модуль «Расчет объема заготовленного силоса»

Данный модуль состоит из 5 командных кнопок, которые участвуют в проведении расчетов (рис.4).

Рис. 4 – Интерфейс программы по расчету объема заготовленного силоса

Первая кнопка в модуле содержит информацию о весе 1 м³ готового силоса. Эта информация используется для следующих четырех кнопок расчета. Внешний вид справочной информации представлен на рисунке 5.

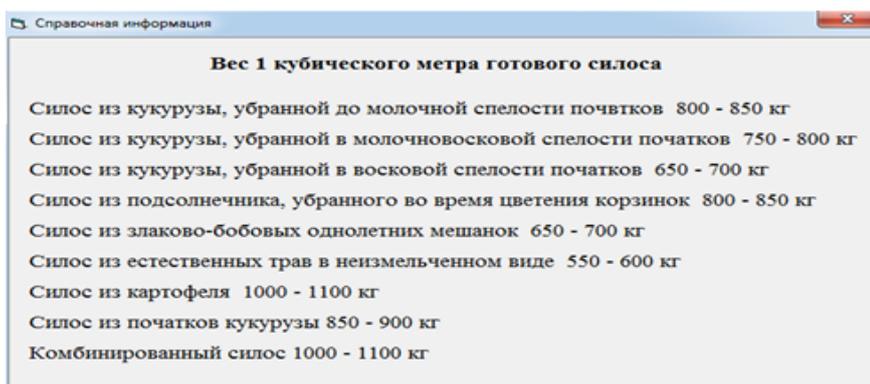


Рис. 5 – Интерфейс справочной информации

Справочная информация включает 9 позиций, в которых указывается фаза вегетации кормовой культуры и масса 1 м^3 готового продукта. Спустя 20 дней после окончания закладки зеленой массы на силос проводят учет заготовленного корма. Заготавливают силос в различные сооружения: траншеи, курганы, башни и т.д. Чтобы определить количество заготовленного силоса для конкретного сооружения, применяются соответствующие формулы расчета. В программный комплекс «СИЛОС» интегрированы 4 формулы, которые позволяют вычислить объем заготовленного силоса в траншеях, курганах, курганах в форме усеченного конуса, башнях.

Расчеты по определению объема силоса в траншеях проводят по следующей формуле:

$$\text{объем} = \frac{D1 + D2}{2} * \frac{Ш1 + Ш2}{2} * В \quad (1)$$

где $D1$ – длина силосной траншеи по верху, м;
 $D2$ – длина силосной траншеи по дну, м;
 $Ш1$ – ширина силосной траншеи по верху, м;
 $Ш2$ – ширина силосной траншеи по дну, м;
 $В$ – высота укладки силоса, м.

Как видно из представленной формулы, расчеты по объему заготовленного силоса достаточно просты. Поэтому предложенный модуль по определению объема и массы заготовленного силоса на основе приведенной выше формулы будет являться актуальным для зоотехника (рис.6).

Чтобы провести вычисления, необходимо заполнить 6 ячеек исходными данными. Для примера были введены следующие показатели: длина по верху – 15 м, длина по дну – 12 м, ширина по верху – 9 м, ширина по дну – 7 м, высота укладки – 3 м, вес 1 м^3 силоса – 800 кг. При взятых габаритных размерах траншеи объем силоса составил 324 м^3 , а масса данной закладки – 259,2 тонны.

Хранение силоса в курганах приводит к тому, что потери питательных веществ в курганах достигают 30% и более. Несмотря на это, часто специалисты вынуждены оставлять силос в курганах на поле. В последних справочниках по кормопроизводству и кормлению сельскохозяйственных животных нет методики определения объема силоса в курганах, что затрудняет достоверность учета заготовленного силоса и приводит к чрезмерному списыванию кормов на производство продукции животноводства. Определение объема силоса в

курганах проводят на основании измерений длины окружности и перекидки по следующей формуле:

$$\text{объем} = (D^2 + 0,16 * P^2) * K \quad (2)$$

где D – диаметр кургана, м;
 P – длина перекидки, м;
 K – коэффициент.

Коэффициент, используемый в формуле для вычисления объема кургана, определяется по следующей формуле:

$$K = 0,129 \sqrt{((P + D) * (P - D))} \quad (3)$$

где D – диаметр кургана, м;
 P – длина перекидки, м.

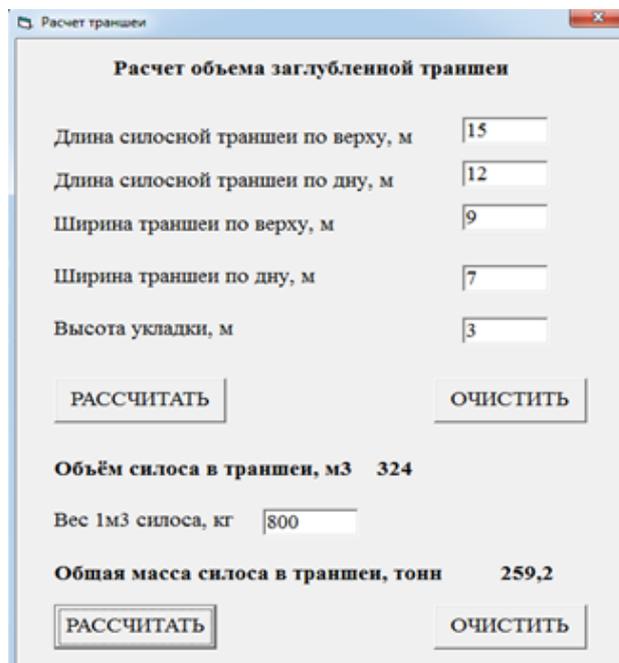


Рис. 6 – Интерфейс расчета силосной траншеи

Для определения диаметра кургана измеряют длину его окружности у основания и полученную величину делят на 3,14. Перекидку (расстояние от основания кургана с одной стороны через центр до основания с другой стороны) измеряют шнуром в трех местах и берут среднее из трех измерений.

Использование модуля расчета объема кургана позволяет снизить количество расчетных опе-



раций. В данном случае пользователь должен заполнить только 2 ячейки с входными данными и произвести вычисления (рис.7).

Рис. 7 – Интерфейс расчета объема кургана

В качестве примера приведен курган с длиной перекидки 27 м и диаметром 19 м. Масса 1м³ силоса – 850 кг. Проведенные расчеты показали, что объем кургана составил 1181,99 м³, а масса силоса в нем – 1004,69 тонн.

Если курган имеет форму усеченного конуса, то формула расчета будет иметь другой вид:

$$\text{объем} = 1,047 * (P_1^2 + P_2^2 + P_1 * P_2) * V \quad (4)$$

где P1 – радиус нижнего основания, м;

P2 – радиус верхнего основания, м;

V – высота кургана, м.

Представленная формула для вычисления объема кургана с формой усеченного конуса легла в основу для модуля вычислений (рис.8). Представленная форма имеет такие же показатели, как и описанные выше.

Рис. 8 – Интерфейс расчета объема кургана в форме усеченного конуса

В качестве примера расчета были заданы следующие показатели: радиус нижнего основания – 15 м, верхнего основания – 10 м, высота – 6 м, масса 1м³ силоса – 750 кг. Расчеты показали, что курган с заданными параметрами имел объем 2983,95 м³, заложенная масса силоса составила 2237,96 тонн.

Заключительным, пятым модулем является «Расчет объема силосной башни». Данный показатель вычисляется по следующей формуле:

$$\text{объем} = \frac{D^2}{4} * 3,14 * V \quad (5)$$

где D – диаметр башни, м;

V – высота башни, м.

Расчет объема силосной башни в модуле (рис.9) проводится в следующем порядке: заполняются 3 значения: диаметр башни, высота, масса 1м³ силоса. В данном примере эти показатели имели следующие значения: диаметр – 15 м, высота – 10 м, масса 1м³ силоса – 750 кг.

Рис. 9 – Интерфейс расчета объема башни

Башня с заданными характеристиками имела объем 1766,25 м³ и вмещала силос общей массой 1324,68 тонн.

Модуль «Расчет допустимой нормы скармливания силоса»

Определение суточной дачи силоса позволяет планировать общую потребность в данном виде корма, а также позволяет оценить уровень кормления в целом. Разработанный программный комплекс позволяет проводить расчеты максимальной суточной дачи силоса как с учетом введенных в данный вид корма раскислителей, так и без раскисляющих агентов. Входной информацией для проведения расчета является: живая масса животного, содержание органических кислот в 1 кг силоса, количество органических кислот на 1 кг массы животного, максимальная суточная дача раскислителя и количество раскислителя для нейтрализации на 1 г кислоты (рис.10).



Рис. 10 – Интерфейс программы по расчету суточной дачи силоса

Для расчета по первому алгоритму была выбрана масса коровы 536 кг, содержание органических кислот в 1 кг силоса – 25 г (по умолчанию), органических кислот на 1 кг массы – 1 г. Если содержание уксусной и масляной кислот составляет 25,0% и меньше суммы всех кислот, то дойным коровам можно скармливать силос без раскисления до тех пор, пока на 1 кг живой массы не будет задано около 2 г кислот в переводе на молочную кислоту. При высоком содержании уксусной и масляной кислот (до 50,0% и более суммы всех кислот) дойным коровам удастся скормить силос без раскисления в количестве около 1 г кислот в переводе на молочную кислоту. Поэтому для примера был взят 1 г органических кислот, хотя в программе имеется показатель в 2 г. После введения требуемых данных производится расчет в суточной потребности в силосе без учета раскислителя. В итоге было установлено, что корове массой 536 кг можно скармливать силос в количестве 21,44 кг без вреда для здоровья.

Кислоты, поступающие в организм коровы сверх нормы, необходимо нейтрализовать путем раскисления силоса кальцинированной содой или едким натром, задавая на 1 г кислоты (в пересчете на молочную) 0,5 г едкого натра или 0,6 г кальцинированной соды. Применяя раскислитель, можно увеличить суточную дачу силоса. В сутки корове можно скормить с учетом потребности ее в натрии до 150 г одного из названных препаратов. В качестве примера была выбрана кальцинированная сода. Второй расчет показал, что с применением раскислителя в рационе увеличивается суточная дача силоса до 33,44 кг или на 12 кг (55,97%).

Модуль «Определение минимального значения pH при силосовании зеленой массы»

Данный модуль позволяет проводить дополнительную оценку корма во время силосования. Он характеризует степень подкисления, а соответственно и устойчивость корма к развитию аэробных и анаэробных гнилостных бактерий. Мини-

мально необходимый уровень pH для подавления маслянокислых и энтеробактерий рассчитывается по формуле, предложенной Вайсбахом и Спознли $Y = 3,71 + 0,0257 * X$ (6)

где Y – минимальное значение pH;

X – фактическое содержание сухого вещества в силосуемой массе.

Представленная формула Вайсбаха и Спознли легла в основу программного комплекса по определению pH (рис.11).

Расчет в данной программе осуществляется в представленной ячейке, в которой пользователь задает фактическое содержание сухого вещества в силосуемой массе. К примеру, возьмем траву костреца безостого для силосования. В данной культуре содержание сухого вещества составляет 26,1% (261 г). Подставляем значение и нажимаем кнопку «РАССЧИТАТЬ». Выведенный результат показывает, что минимальное значение pH для силоса из костреца безостого составляет 4,38.

Рис. 11 – Интерфейс программы по определению pH

Этот расчетный показатель является ценным в практическом применении. Например, если фактический показатель pH выше расчетного, то это показывает, что корм не законсервировался, и в нем продолжают происходить нежелательные процессы брожения. Его нельзя хранить длительное время во избежание потерь питательности. Причинами недостаточного подкисления могут быть: большая влажность, попадание почвы или навоза в силосуемую массу, низкая эффективность вносимых консервантов или же их отсутствие. Высокое значение pH наблюдается также у кормов, которые подвергаются интенсивному разогреву и порче при изъятии и скармливании животным. В таком случае снижение кислотности вызывается аэробной микрофлорой, которая питается молочной кислотой.

Если уровень фактического pH ниже расчетного, то в корме накапливается большое количество органических кислот. Это отрицательно сказывается на поедаемости силоса и может приводить к развитию ацидоза рубца. Поэтому данный показатель служит своеобразным индикатором доброкачественности заготовляемого силоса.

Заключение

Программный комплекс «СИЛОС» является актуальной разработкой в области цифровых технологий и автоматизации производственных



процессов; применение его позволяет получать необходимую для зоотехников и фермеров информацию при заготовлении зеленых кормов на силос.

Список литературы

1. Кузьмин, Н.А., Новиков, Н.Н., Ивкина, Е.М., Кузьмин, В.Н. Кормопроизводство [Текст] / Н.А. Кузьмин, Н.Н. Новиков, Е.М. Ивкина, В.Н. Кузьмин. – М.: КолосС. – 2004. – 280 с.
2. Носов, Н.М., И.И. Малинин Проблемы кло-стридиальной порчи корма [Текст] / Н.М. Носов, Малинин И.И. // Сельскохозяйственные вести. – 2012. – №1. – С. 26 – 28.

3. Торжков, Н.И., Майорова, Ж.С., Благов, Д.А. Программный комплекс «Рацион 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных [Текст] / Н.И. Торжков, Ж.С. Майорова, Д.А. Благов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5. – С. 216 – 217.

4. Фаритов, Т.А. Корма и кормовые добавки для животных: Учебное пособие [Текст] / Т.А. Фаритов. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 304 с.

5. Хазиахметов, Ф.С. Рациональное кормление животных: учебное пособие [Текст] / Ф.С. Хазиахметов. – «Лань». – 2011. – 368 с.

SOFTWARE COMPLEX FOR PERFORMING CALCULATIONS FOR SUCCULENT FODDER CONSERVATION

Blagov Dmitry A., candidate of biological sciences, senior researcher, the Institute of engineering support of agriculture, aspirantya2013@gmail.com

Novikov Nikolay N., candidate of agricultural sciences, stand-in director of the Institute of engineering support of agriculture, Novikov-NN.vnims@yandex.ru

Mitrofanov Sergey B., candidate of agricultural sciences, vice-director for science, leading researcher, the Institute of engineering support of agriculture, f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Panfyorov Nikolay C., candidate of technical sciences, senior researcher, the Institute of engineering support of agriculture, nikolaj-panfyorov@yandex.ru

Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»

This article considers the issues of optimizing calculations being carried out in the process of succulent fodder conservation in farming enterprises. Silage is the basic fodder in housing and whole-year periods and may constitute up to 50 % of the diet structure. This kind of fodder has positive effect on the digestive system of cattle and stimulates the appetite, that results in the increased fodder consumption and more efficient use of the nutrients contained in the fodder. In this respect, it is important to provide the improvement of the fodder quality and increase of the nutrient density through introducing various feed supplements, preparations, etc. The developed «SILOS» software complex serves to performing calculations on the regulation of moisture content in the fodder; enrichment of the fodder with nitrogen containing preparations for the increased protein density; acidification, reducing the effect of organic acids excess; the maximum daily dosage of silage with and without applying deoxidizing agents, taking into account live animal weight. In addition to the main calculations, a module for determining silage amount in trenches, stacks of different forms and towers and calculation of the total plant material amount has been introduced. The module of determining the minimum pH in silaging shows the acidification degree that reflects the resistance of the fodder to the development of aerobic and anaerobic putrefying bacteria. The proposed software complex enables a user to solve the main problems related to the conservation of silage and determination of its optimal and safe dosage in cattle diet.

Key words: program, algorithm, silage, moisture content, acidity, carbamide, cow, straw, enrichment, organic acids.

Literatura

1. Kuz'min, N.A., Novikov, N.N., Ivkina, E.M., Kuz'min, V.N. Kormoproizvodstvo [Tekst] / N.A. Kuz'min, N.N. Novikov, E.M. Ivkina, V.N. Kuz'min. – М.: КолосС. – 2004. – 280 с.

2. Nosov, N.M., I.I. Malinin Problemy klostridial'noy porchi korma [Tekst] / N.M. Nosov, Malinin I.I. // Sel'skohozyaystvennye vesti. – 2012. – №1. – С. 26 – 28.

3. Torzhkov, N.I., Mayorova, Zh.S., Blagov, D.A. Programmnyy kompleks «Ratsion 2+» dlya sostavleniya i balansirovaniya ratsionov dlya sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh [Tekst] / N.I. Torzhkov, Zh.S. Mayorova, D.A. Blagov // Mezhdunarodnyy zhurnal ehksperimental'nogo obrazovaniya. – 2015. – № 5. – С. 216 – 217.

4. Faritov T.A. Korma i kormovye dobavki dlya zhivotnykh: Uchebnoe posobie [Tekst] / T.A. Faritov. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2010. – 304 с.

5. Haziahmetov, F.S. Ratsional'noe kormlenie zhivotnykh: uchebnoe posobie [Tekst] / F.S. Haziahmetov. – «Lan'». – 2011. – 368 с.





УДК 661.421

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РЯЗАНСКОЙ МЕЩЕРЫ

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

ЕВСЕНКИН Константин Николаевич, канд. техн. наук, вед. научн. сотрудник ФГБНУ «ВНИИГиМ им А.Н. Костякова», Мещерский филиал

При нарушении технологии осушения и сброса избыточной влаги торфяники претерпевают активные биохимические воздействия, которые ухудшают физические свойства почвы и приводят к отрицательному балансу углерода, наблюдается механическая усадка торфа, повышается температура, резко возрастает аэрация профиля, смена восстановительных условий окислительными. Торфяные почвы после осушения оказываются менее устойчивы в изменившейся экологической обстановке и деградируют. Цель исследований – изучение морфологических и физических свойств осушенных торфяных почв мелиоративных объектов Макеевский мыс и Никитское, размещенных на территории Клепиковского района Рязанской области. Для решения поставленной цели были проанализированы отчеты ВНИИГиМ за 1960-2005 гг. и проведены собственные исследования в 2013-2018 гг. Методика исследований общепринятая. Почвы мелиоративных объектов с 1960-х до 2000-х гг. использовались в сельскохозяйственном производстве, на них размещалось до 600 га пашни и более 1000 га сенокосов. В прошлом осуществлялось двойное регулирование водного режима: осушение гончарным дренажом и открытыми магистральным каналом и коллекторами; увлажнение дождеванием, которое с 1996 г. не ведется из-за старения мелиоративной техники и отсутствия надлежащего контроля за объектами. Продолжает прогрессировать упадок также и из-за прекращения финансирования мелиоративных программ. Сравнительная оценка современного мелиоративного состояния объектов Макеевский мыс и Никитское Клепиковского района Рязанской области в последствии интенсивного мелиоративного преобразования ландшафтов за 54-летний срок функционирования осушительной (осушительно-увлажнительной) систем выявила максимальное повышение объемной массы на участке с уровнем грунтовых вод (УГВ)=120 см в слое 20-30 см на величину от 0,26-0,29 до 0,32-0,33 г/см³, зольности торфа – на 2,0-2,5%; содержание нитратного азота, наоборот, снизилось на участке с УГВ=90 см в слое почвы 30-50 см. Ботанический состав определен как осоковый низинный. Прослеживается дальнейшее ухудшение морфологических и физических свойств мелиорированных торфяных почв Рязанской Мещеры на примере двух объектов – Макеевский мыс и Никитское, несмотря на частичное прекращение антропогенного вмешательства, так как осушительная сеть, хотя и в плохом состоянии, оказывает на них действенное влияние.

Ключевые слова: торфяные почвы, мелиорация, сработка торфа, ботанический состав торфа.

Введение

В природно-экологическом плане Мещерская низменность – это обширная пониженная плоская равнина, развитая в результате оледенения территории, с песчаными заболоченными почвами, крупными массивами болот, лесов и многочисленными озерами, площадью 2,3 млн га, из которых сейчас в сельском хозяйстве используется менее 0,8 млн га. Мещерская низменность занимает северную часть Рязанской области [12]. Вдоль границы с Владимирской областью низменность расчленена Касимовской моренной грядой, завершающейся на тектоническом Окско-Цнинском валу, протянувшегося через всю восточную часть области в меридиональном направлении; на юго-западе – отроги Среднерусской возвышенности. Клепиковский район размещен на севере Рязанской области, на левобережье реки Оки. На северо-западе район соседствует с землями Московской области, на севере и северо-востоке – с землями Владимирской области. На юге Клепиковский район прилегает к Рыбновскому, Рязанскому и Спасскому, а с востока – к Касимовскому району Рязанской области [4, 7].

Почвенный покров Клепиковского района вы-

деляется большой пестротой и сложностью: подзолистые, болотно-подзолистые, дерново-глеевые, болотные низинные и верховые, пойменные дерново-глеевые болотные почвы; по механическому составу – песчаные и супесчаные, легкосуглинистые и среднесуглинистые. Основной фон создают дерново-подзолистые глееватые и дерново-подзолисто-глеевые почвы с содержанием гумуса от 0,5 до 1,5%, невысоким количеством подвижных форм калия и фосфора, сильнокислой реакцией почвенного раствора, неблагоприятными водно-физическими свойствами [5, 14, 15, 16]. В середине 50-х годов прошлого века почвы были задействованы в мелиоративной программе с двойным регулированием водного режима (осушение и увлажнение). На территории Клепиковского района на типичных торфяно-болотных почвах действуют мелиоративные объекты Макеевский мыс и Никитское.

По данным Управления Мелиоводхоза, на 1 января 2017 года мелиоративный фонд Клепиковского муниципального района Рязанской области включал чуть более 20 тыс. га, в том числе сельскохозяйственных угодий – более 15 тыс. га, из которых осушенные – 14,722 тыс. га [10]. Из об-



щей площади мелиорированных земель площадь закрытой коллекторно-дренажной сети – более 15 тыс. га, на которых в настоящее время функционируют 27 мелиоративных систем – 26 осушительных и 1 оросительная.

По данным отечественных и зарубежных исследователей [1, 3, 8, 11, 14, 17], при нарушении технологии осушения и сброса избыточной влаги торфяники претерпевают активные биохимические воздействия, которые ухудшают физические свойства почвы и приводят к отрицательному балансу углерода. На фоне понижения влажности почвы наблюдается механическая усадка торфа, повышается температура, резко возрастает аэрация профиля, смена восстановительных условий окислительными [12]. Торфяные почвы после осушения оказываются менее устойчивыми в изменившейся экологической обстановке и деградируют [1].

Анализ научной литературы дает основание полагать, что на сегодняшний день остается важная экологическая проблема сохранения мелиорированных торфяных почв, как обособленного агроценоза, в связи с чем проведенные исследования актуальны.

Объекты и методы исследований

Цель исследований – изучение морфологических и физических свойств осушенных торфяных почв мелиоративных объектов Макеевский мыс и Никитское, размещенных на территории Клепиковского района Рязанской области.

Осушительные системы Макеевский мыс и Никитское, характерные для региона, расположены в пойме р. Пры на низинных торфяно-болотных почвах, подстилаемых оглееными мелко- и среднезернистыми песками [5]. Мелиоративные объекты имеют площадь: Макеевский мыс 2049 га и Никитское около 1800 га. Площадь каждой осушительной системы до 20 га. Почвы мелиоративных объектов с 1960-х до 2000-х гг. использовались в сельскохозяйственном производстве, на них размещалось до 600 га пашни и более 1000 га сенокосов. В прошлом осуществлялось двойное регулирование водного режима: осушение гончарным дренажом и открытыми магистральным каналом и коллекторами; увлажнение дождеванием, которое с 1996 г. не ведется из-за старения мелиоратив-

ной техники и отсутствия надлежащего контроля за объектами. Продолжает прогрессировать упадок также и из-за прекращения финансирования мелиоративных программ.

Исследования начаты сотрудниками ВНИИ-ГиМ (п. Солотча) в конце 1950-х гг., нами были проанализированы отчеты с 1965 по 2005 гг. [13]. Площадь обследуемых нами в течение 6-ти лет участков двух объектов составляла по 5 га с УГВ в среднем за вегетацию 120 и 90 см. В течение долгого времени почвы использовались в бесменном сенокосном и пахотном режимах, в севооборотах. В настоящее время осушенные земли не используются в производстве сельскохозяйственных культур, заброшены и заняты луговым разнотравьем (рис. 2).

Отбор проб почвы выполнялся почвенным буром по слоям 0-10, 10-30 и 30-50 см. Все агрохимические и мелиоративные исследования проводились в аналитической лаборатории ВНИИГиМ Мецкерского филиала. Определение зольности – в соответствии с ГОСТ 11306-2013 «Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности» (2013) методом сжигания торфа в муфельных печах по горизонтам. Влажность – тензиометром ежедекадно, объемная масса – методом патронов, нитратный азот – по общепринятым методикам [11]. Определение мощности торфяной залежи методом зондирования почвы (буром). Уровень грунтовых вод (УГВ) – путем промеров в закрытых смотровых колодцах ежедекадно в течение всего вегетационного периода с мая по сентябрь. Степень разложения и ботанический состав торфа – микроскопическим методом в лаборатории кафедры агрономии и агротехнологий ФГБОУ ВО РГАУ по ГОСТ 28245-89 «Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения». Проба торфа влажностью 72% анализировалась при достижении прозрачности при увеличении микроскопа 120х. Сущность метода состояла в определении при помощи микроскопа количественного соотношения в процентах остатков растений-торфообразователей, слагающих растительное волокно в пробе, освобожденной от гумуса. По ботаническому составу при помощи «ключа», представленного в Атласе растительных остатков в торфах, устанавливали тип торфа [6].

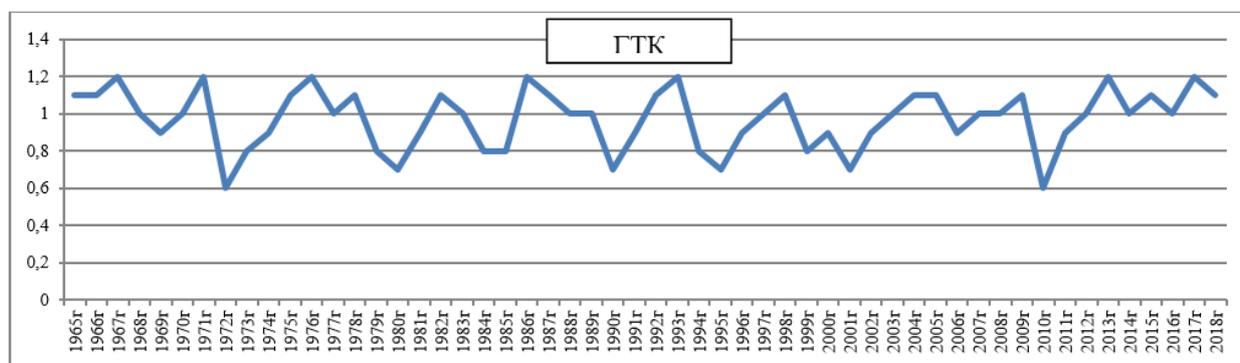


Рис. 1 – Гидротермические коэффициенты по годам исследований



Выбор маршрута обследований



Измерение уровня грунтовых вод хлопучкой



Мониторинг магистральных каналов

Рис. 2 – Обследование торфяных почв мелиоративных объектов Рязанской Мещеры

Характеристика тепловлагообеспеченности показана в виде графика гидротермических коэффициентов (ГТК) за весь период исследований. ГТК имели значительное колебание по годам от остро засушливого до избыточно влажного (рис. 2). Это позволило проанализировать изменения торфяной почвы в зависимости от погодных условий.

На графике, представленном на рисунке 1, видна линия тепловлагообеспеченности в виде ломаных отрезков, анализируя вершины которой возможно более полно проанализировать происходящие изменения погодных условий.

Так, в начале 1970-х и в 2010 г. погодные условия характеризовались как экстремальные. По естественным и антропогенным причинам ежегодно происходит возгорание торфа [9, 11], которое в экстремальные годы носило масштабный характер.

Компьютерные и математические методы статистического анализа данных реализованы в универсальной интегрированной системе визуализации результатов исследований Statistica 10 [2]. При работе в программе использованы опции Statistics и Graphs. В этой программе построен график вероятности дальнейших изменений качества торфяных почв двух объектов. Учитывая непостоянные погодные условия в годы проведения исследований, нами принималась во внимание изменчивость с использованием таких известных величин статистики, как минимум, максимум, среднее, дисперсия, стандартное отклонение, ме-

диана, квартили, мода и другие при помощи модуля Statistics| Basic Statistics| Tables [3, 9, 10, 11].

Результаты исследований

В статье результаты собственных исследований и анализ данных ВНИИГиМ за 1960-2005 гг. представлены в виде сравнения, что позволяет проследить динамику почвенных процессов в условиях мелиоративного воздействия. Следует акцентировать внимание на современном состоянии мелиоративных объектов, которое проявляется в виде размыва и разрушения осушительных открытых каналов, заиливания дренажной сети, организации бобрами хаток на магистральных каналах, подъема уровня грунтовых вод, перевода ранее окультуренных торфяных почв в необрабатываемые и брошенные земли, ежегодных торфяных пожаров, признаков вторичного заболачивания и т.д. Все перечисленные изменения являются следствием деградации торфяных почв и непроведения должного ухода за поддержанием мелиоративной системы в целом.

За длительный срок эксплуатации мелиоративных объектов установлены изменения водно-физических свойств почвы, отображенные на рисунке 3.

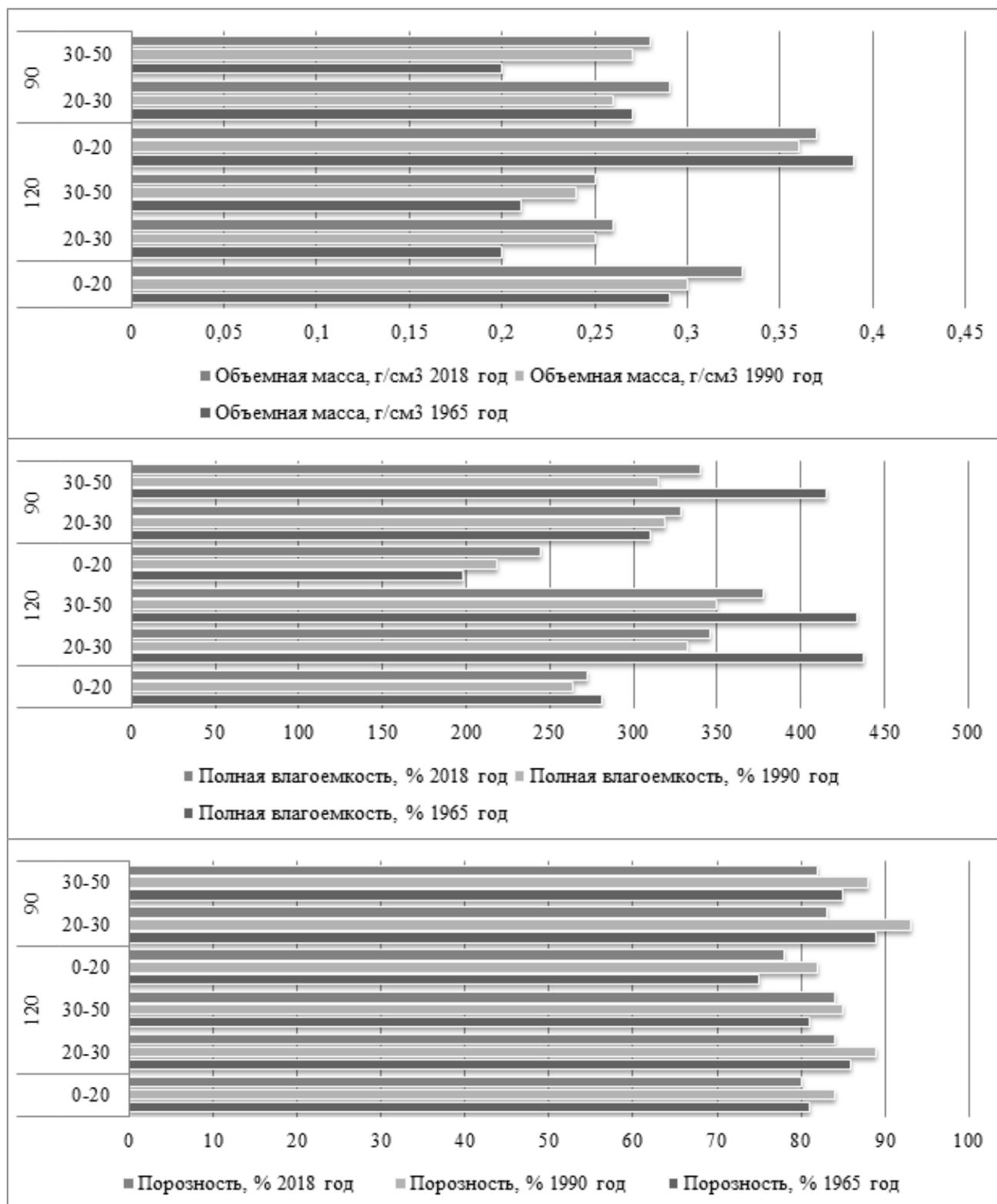


Рис. 3 – Мелиоративные свойства торфяной почвы объекта «Макеевский мыс»

* Примечание: в диаграмме указаны данные за 1965 и 1990 гг. из годовых отчетов ВНИИГиМ

о результатах обследования мелиоративные свойства торфяной почвы объекта Макеевский мыс претерпели с 1960 по 2018 гг. определенные изменения. Так, прослеживается тенденция к росту плотности почвы к 2018 году: например, в слое 0-30 см – в среднем на 10% и, как следствие, снижение полной влагоемкости на 3% и порозности

на 2%, что связано, на наш взгляд, со сработкой торфа. При УГВ в среднем за вегетацию 120 см объемная масса за 54 года в слое 20-30 см увеличилась от 0,26-0,29 до 0,32-0,33 г/см³, тогда как на участке с уровнем грунтовых вод 90 см объемная масса в этом же слое осталась практически без изменения.



Признаки, обуславливающие изменения других, связанных с ними, признаков называются факторными. В их качестве нами рассматривались ГТК, коррелируемые с качеством торфяной почвы, в результате установлена прямая зависимость: чем больше отличается ГТК от среднемноголетнего, принимаемого за 1 (a_0, a_1), тем хуже качество почвы, в частности, ее мелиоративные свойства (x, x^2). Корреляционно-регрессионный анализ, который использовался нами при измерении тесноты, направления связи и установлении аналитического выражения связи, вывел формулу зависимости, выраженную параболой:

$$Ух = 1,09a_0 + 0,82a_1x + 2,05a_2x^2 \quad (1)$$

Изменения торфяной почвы объекта Никитское аналогичны, но в больших размерах. Это связано, по-видимому, с меньшим использованием почвы в сельскохозяйственном производстве, которое включало систему обработки почвы, удобрений, поливов и др.

При проведении агрохимического обследования по мере минерализации органического вещества торфа и его уплотнения заметно увеличилась зольность с 1965 по 2018 гг. – с 5,80 до 7,66%, что, с одной стороны, имеет агрономическое значение из-за присутствия в составе золы зольных элементов питания (P, K, Ca, Mg и др.). В то же время повышенное содержание оксидов железа, водорастворимых солей в составе золы торфа резко снижает его качество.

Наиболее доступная растениям форма азота – нитратный азот, образование которого зависит от влажности, температуры, аэрации, реакции среды, биологических особенностей растений. Уменьшилось содержание усвояемого азота в среднем с 38 до 32 мг/100 г почвы, или на 12% (таблица), что объяснялось использованием в прошлом минеральных удобрений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Таблица – Содержание нитратного азота в зависимости от уровня залегания грунтовых вод, мг/100 г сухой почвы

Культура	Глубина слоя почвы в см		
	0-20; 20-30; 30-50	0-20; 20-30; 30-50	0-20; 20-30; 30-50
	1965 г.	1990 г.	2018 г.
Макеевский мыс			
Участок с УГВ в среднем за вегетацию 120 см			
Картофель	37,0; 33,8; 32,1	41,1; 39,5; 37,8	-
Зерновые	33,0; 29,8; 28,2	39,6; 36,4; 35,8	-
Мн. травы	27,5; 26,0; 24,4	34,9; 33,0; 31,2	-
Разнотравье	-	-	36,5; 30,7; 27,2
Участок с УГВ в среднем за вегетацию 90 см			
Картофель	30,8; 24,5; 21,7	36,4; 35,1; 30,5	-
Зерновые	28,6; 27,1; 24,8	34,8; 32,8; 28,1	-
Мн. травы	24,8; 23,5; 21,6	30,4; 25,6; 23,4	-
Разнотравье	-	-	-
Никитское			
Участок с УГВ в среднем за вегетацию 120 см			
Картофель	36,1; 31,3; 28,1	40,9; 39,8; 37,3	-
Зерновые	32,0; 24,4; 23,3	38,9; 38,4; 35,0	-
Мн. травы	25,2; 23,0; 21,4	34,0; 32,1; 30,5	-
Разнотравье	-	-	34,6; 27,6; 25,0
Участок с УГВ в среднем за вегетацию 90 см			
Картофель	32,3; 28,7; 27,5	35,6; 34,1; 29,5	-
Зерновые	30,5; 23,6; 22,1	34,1; 32,3; 24,5	-
Мн. травы	24,0; 21,6; 19,5	29,4; 23,6; 22,2	-
Разнотравье	-	-	29,6; 22,6; 21,7

По данным таблицы прослеживается наибольшее содержание нитратов под всеми культурами на участке с уровнем грунтовых вод в среднем за вегетацию 120 см; наименьшее содержание их отмечается на участке с более высоким стоянием

грунтовых вод от поверхности 90 см. Наиболее интенсивно процесс нитрификации проходит в пахотном, аэрированном горизонте 0-20 см.

Кроме того, осушение и многолетнее использование торфяных почв, как пашни, превратили



волокно торфа в гумусообразную пылеватую массу, что стало следствием уменьшения мощности торфа. Так, в 1965 г. зольность торфа составляла в среднем по двум объектам 7,65-7,80%, в 1995 г. – 9,88% под многолетними травами и 11,64% под пропашными, в 2018 г. – 10,2% под разнотравьем.

Сработка торфа составила на объекте «Макеевский мыс» в 1995 г. под многолетними травами в среднем 1,0-1,1 см в год, под пропашными 2,0-2,2 см в год, а в 2015-2018 гг. она составила под разнотравьем 0,8-0,9 см. Основными факторами, влияющими на величину уменьшения мощности торфа, являются климатические условия; глубина понижения уровня грунтовых вод (норма осушения); мощность торфяного слоя; ботанический состав; степень разложения, плотность, а также интенсивность и продолжительность использования его в сельскохозяйственном производстве. Невысокое снижение мощности торфяной залежи, то есть сработка, в последние годы, на наш взгляд, есть следствие невмешательства человека в естественные процессы почвообразования.

Если климатические условия не поддаются регулированию, то другие факторы, относящиеся к основным (норма осушения и характер использования), в различной степени подвержены регулированию. Так, близкое расположение грунтовых вод к поверхности почвы создало условия повышенной влажности, слабую аэрацию и препятствовало быстрому разложению органического вещества. Более глубокое их расположение, наоборот, уменьшило влагообеспеченность, усилило аэрацию корнеобитаемого слоя, что в конечном итоге ускорило процесс разложения органического вещества торфа.

Установлено влияние интенсивности использования на минерализацию торфа: разрушение органического вещества на 1995 г. под многолетними травами оценено в 7-8, под пропашными – 11-12 т/га в год.

По ботаническому составу торф в 1965 г. признан как древесный и древесно-осоковый. На объекте Макеевский мыс в 2015-2018 гг. ботанический состав определен как осоковый низинный из-за присутствия осоки нитевидной 66%, осоки двутычиночной 18%, хвоща 10%, сфагнома centrale 6%.

Выводы

Сравнительная оценка современного мелиоративного состояния объектов «Макеевский мыс» и «Никитское» Клепиковского района Рязанской области в последствии интенсивного мелиоративного преобразования ландшафтов позволила сделать следующие выводы:

– объемная масса изменялась по слоям в зависимости от уровня залегания грунтовых вод и имела максимальные значения в 2018 г. в слое 0-20 см при УГВ=120 см; полная влагоемкость имела наибольшие величины в слое почвы 30-50 см при УГВ=120 см; соответственно, порозность – в слое 20-30 см при УГВ=90 см, что свидетельствовало о недостатке воздуха в почве. При сравнении полученных значений по годам исследований при УГВ=120 см объемная масса за 54 года в слое 20-30 см увеличилась с 0,26-0,29 до 0,32-0,33 г/см³,

тогда как на участке с УГВ=90 см этот показатель практически не изменился;

– зольность торфа возросла в среднем за 1965-2018 гг. более чем на 2,0-2,5%, что явилось следствием быстрой минерализации органического вещества и его уплотнения;

– содержание нитратного азота, который наиболее доступен растениям, значительно снизилось, по нашему мнению, вследствие прекращения использования почв в сельскохозяйственном производстве. Наименьшее количество нитратного азота выявлено в 2018 г. на участке при УГВ=90 см в слое почвы 30-50 см;

– в 2015-2018 гг. ботанический состав определен как осоковый низинный из-за присутствия осоки нитевидной 66%, осоки двутычиночной 18%, хвоща 10%, сфагнома centrale 6%, что характерно именно для данного типа торфа.

Из вышеизложенного прослеживается дальнейшее ухудшение морфологических и физических свойств мелиорированных торфяных почв Рязанской Мещеры на примере двух объектов – Макеевский мыс и Никитское, несмотря на частичное прекращение антропогенного вмешательства, так как осушительная сеть, хотя и в плохом состоянии, оказывает на них действенное влияние.

Список литературы

1. Батраков, А.С. Изменения морфологических и физических свойств осушенных торфяных почв под влиянием разных видов пескования, оценка их возможной деградации [Электронный ресурс]: Дисс. на соиск. уч.ст. к.б.н. – по спец. 06.01.03 - Агрочвоведение, агрофизика. – М., 2006. – 125 с. Режим доступа: <http://www.disscat.com/content/izmeneniya-morfologicheskikh-i-fizicheskikh-svoistv-osushennykh-torfyanykh-pochv-pod-vliyaniyax-raznykh-vidov-peskovaniya> Дата обращения 22.01.2019.
2. Боровиков, В.П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере [Текст] / В.П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
3. Виленский, Д.Г. Систематическое описание почв Мещерской низменности / Книга "Исследование природных условий сельского хозяйства Мещерской низменности" [Текст] / Д.Г. Виленский и др. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С.42-48.
4. Головкин, Д.Г. Земледелие на торфяных почвах и осушаемых пойменных землях [Текст] / Д.Г. Головкин. – М.: Изд-во "Колос", 1995. – 121 с.
5. Зайдельман, Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов [Текст] / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.
6. Захарова, О.А. Ботаническое исследование осушенной торфяной почвы рязанской мещеры [Текст] / О.А. Захарова, К.Н. Евсенкин, Л.М. Захаров, Т.А. Кудрявцева // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 343-346.



7. Захарова, О.А. Режим органического вещества в мелиорированной почве [Текст] / О.А. Захарова, Я.В. Костин. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 116 с.
8. Захарова, О.А. Ресурсосберегающая технология восстановления деградированных почв [Текст] / О.А. Захарова. – Рязань, 2004. – 262 с.
9. Зоткин, В.П. Изменение свойств торфяной почвы в зависимости от интенсивности использования / ЦНТИ [Текст] / В.П. Зоткин, Т.А. Зоткина. – Рязань, 1993. – 3 с.
10. Мелиоводхоз Рязанской области. Клепиковский район [Электронный ресурс] <http://meliovod62.ru/klpikovskij-rajon> Дата обращения 21.03.2019.
11. Мелиорация сельскохозяйственных земель в России: состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] / Е.Ю. Калиничева, Н.В. Польшакова, А.С. Коломейченко // Вестник ОрелГАУ, 2017. - №3(66). Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/628893> Дата обращения 12.01.2019. - Пенза: РИО ПГСХА, 2011.- 55 с. - Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/231673>.
12. Мусаев, Ф.А. Современный и ретроспективный анализ состояния ландшафтов Рязанской области [Текст] / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 257 с.
13. Научно-технический отчет, №госрегистрации 77017554 [Текст]. – ВНИИГиМ, МФ. - М., 2005. – 300 с.
14. Ushakov R.N., Ruchkina A.V., Levin V.I., Zakharova O.A., Kostin Ya.V., Golovina N.A. Sustainability of Agro-Gray Soil to Pollution and Acidification, and its Biodiagnostics / International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.36) (2018) – P. 929-934.
15. Vinogradov D.V., Terekhina O.N., Byshov N.V., Kryuchkov M.M., Morozova N.I., Zakharova O.A. Features of Applying Biological Preparations in the Technology of Potato Growing on Gray Forest Soils // International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.36) (2018) – P. 242-246.
16. Vinogradov D.V., Konkina V.S., Kostin Y.V., Kruchkov M. M., Zaharova O.A., Ushakov R.N. Developing the regional system of oil crops production management // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS) India, 2018. - №9 (5). ISSN: 0975-8585 [WoS].- P.1276-1284.
17. Vollenweider, R. A. Assessment of mass balance // Principles of lake management / S.E. Jorgensen and R.A. Vollenweider, eds.). (Guidelines of lake management Vol. 1.) Shiga, Japan: ILEC/UNEP Publ., 2009. – P. 53-69.

MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF RE

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

Evsenkin, Konstantin N., Candidate of Technical Science, Senior Research Scientist, FSBSI All-Russian Research Institute of Hydrotechnics and Melioration Named after A.N. Kostyakova

When irregularities in the procedure of drainage and discharge of excess moisture, peatlands undergo active biochemical effects that impair the physical properties of the soil and lead to a negative carbon balance, mechanical peat shrinkage occurs, the temperature rises, profile aeration increases, and oxidative conditions change. Peat soils, after draining, are less stable in the changed ecological situation and degrade. The aim of the research is to study the morphological and physical properties of drained peat soils of land-improvement objects Makeevskiy cape and Nikitskoe located in the territory of Klepikovskiy district of Ryazan region. To achieve this aim, the VNIIGiM reports for 1960–2005 were analyzed and own research took place in 2013–2018. The research methodology was generally accepted. Soil reclamation sites were used in agriculture since the 1960s to the 2000s. They included up to 600 hectares of arable land and more than 1,000 hectares of hayfields. In the past, double regulation of the water regime was carried out: drainage by pottery drainage and open main canal and collectors. Sprinkling irrigation has not been used since 1996 due to the aging of land-reclamation equipment and the lack of proper control over the objects. The decline is also progressing due to the cessation of funding for land reclamation programs. Comparative evaluation of the modern ameliorative state of Makeevskiy cape and Nikitskoe, Klepikovskiy district of Ryazan region as a consequence of intensive landscapes reclamation for the 54-year period of the drainage system (drying and moisturizing) revealed the maximum increase in bulk density in the area with MWT = 120 cm in the layer of 20-30 cm from 0.26 ... 0.29 to 0.32 ... 0.33 g / cm³; ash content of peat increased by 2.0-2.5 %; the content of nitrate nitrogen, on the contrary, decreased in the area with MWT = 90 cm in the soil layer of 30-50 cm. Botanical composition is defined as sedge lowland. The further deterioration of the morphological and physical properties of the reclaimed peat soils of Ryazan Meschera is traced by the example of two facilities of Makeevskiy Cape and Nikitskoe, despite partial cessation of anthropogenic interference, since the drainage network, despite its poor condition, has significant effect on them.

Key words: peat soils, land reclamation, peat depletion, peat botanical composition

Literatura

1. Batrakov, A.S. *Izmeneniya morfologicheskikh i fizicheskikh svoystv osushennykh torfyanykh pochv pod vliyaniem raznykh vidov peskovaniya, ocenka ih vozmozhnoy degradacii [Elektronnyy resurs]: Diss. na soisk. uch.st. k.b.n. – po spec. 06.01.03 - Agropochvovedenie, agrofizika. – M., 2006. – 125 s. Rezhim dostupa: <http://www.dissertat.com/content/izmeneniya-morfologicheskikh-i-fizicheskikh-svoystv-osushennykh-torfyanykh-pochv-pod-vliyaniy#ixzz5dPCvCUmQ> Data obrashcheniya 22.01.2019.*

2. Borovikov, V.P. *Statistika: iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere [Tekst] / V.P. Borovikov. – Spb.: Piter,*



2001. – 656 с.

3. Vilenskij, D.G. *Sistematicheskoe opisaniye pochv Meshcherskoj nizmennosti / Kniga "Issledovanie prirodnyh uslovij sel'skogo hoz'yajstva Meshcherskoj nizmennosti"* [Tekst] / D.G. Vilenskij i dr.. – M.: Izd-vo MGU, 1991. – S.42-48.

4. Golovko, D.G. *Zemledelie na torfyanyh pochvah i osushaemyh pojmenykh zemlyah* [Tekst] / D.G. Golovko. – M.: Izd-vo "Kolos", 1995. – 121 s.

5. Zajdel'man, F.R. *Genезis i ehkologicheskie osnovy melioracii pochv i landshaftov* [Tekst] / F.R. Zajdel'man. – M.: KDU, 2009. – 720 s.

6. Zaharova, O.A. *Botanicheskoe obsledovanie osushenoj torfyanoj pochvy ryazanskoj meshchery* [Tekst] / O.A. Zaharova, K.N. Evsenkin, L.M. Zaharov, T.A. Kudryavceva // *Kompleksnyj podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo hoz'yajstva Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Mezhdunarodnye Bochkarevsie chteniya), posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR, akademika MAEHP i RAVN Bochkareva YA.V. – Ryazan': Izdatel'stvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta, 2019. – S. 343-346.*

7. Zaharova, O.A. *Rezhim organicheskogo veshchestva v meliorirovannoj pochve* [Tekst] / O.A. Zaharova, YA.V. Kostin. – Ryazan': RGATU, 2013. – 116 s.

8. Zaharova, O.A. *Resursosberegayushchaya tekhnologiya vosstanovleniya degradirovannyh pochv* [Tekst] / O.A. Zaharova. – Ryazan', 2004. – 262 s.

9. Zotkin, V.P. *Izmeneniye svojstv torfyanoj pochvy v zavisimosti ot intensivnosti ispol'zovaniya / CNTI* [Tekst] / V.P. Zotkin, T.A. Zotkina. – Ryazan', 1993. – 3 с.

10. *Meliyodhoz Ryazanskoj oblasti. Klepikovskij rajon* [EHlektronnyj resurs] [11. *Meliyaciya sel'skohozyajstvennyh zemel' v Rossii: sostoyaniye i perspektivy razvitiya* \[EHlektronnyj resurs\] / E.YU. Kalinicheva, N.V. Pol'shakova, A.S. Kolomejchenko // *Vestnik OrelGAU, 2017. - №3\(66\). Rezhim dostupa: <https://rucont.ru/efd/628893> Data obrashcheniya 12.01.2019. - Penza: RIO PGSKHA, 2011.- 55 s. - Rezhim dostupa: <https://rucont.ru/efd/231673>.*](http://meliovod62.ru/klepikovskij-rajon>Data obrashcheniya 21.03.2019.</p>
</div>
<div data-bbox=)

12. Musaev, F.A. *Sovremennyj i retrospektivnyj analiz sostoyaniya landshaftov Ryazanskoj oblasti* [Tekst] / F.A. Musaev, O.A. Zaharova. – Ryazan': RGATU, 2014. – 257 s.

13. *Nauchno-tekhnicheskij otchet, № gosregistracii 77017554* [Tekst]. – VNIIGiM, MF. – M., 2005. – 300 s.

14. Ushakov R.N., Ruchkina A.V., Levin V.I., Zakharova O.A., Kostin Ya.V., Golovina N.A. *Sustainability of Agro-Gray Soil to Pollution and Acidification, and its Biodiagnostics* // *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.36) (2018) – P. 929-934.

15. Vinogradov D.V., Terekhina O.N., Byshov N. V., Kryuchkov M.M., Morozova N.I., Zakharova O.A. *Features of Applying Biological Preparations in the Technology of Potato Growing on Gray Forest Soils* // *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.36) (2018) – P. 242-246.

16. Vinogradov D.V., Konkina V.S., Kostin Y.V., Kruchkov M. M., Zaharova O.A., Ushakov R.N. *Developing the regional system of oil crops production management* // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS) India, 2018. - №9 (5). ISSN: 0975-8585 [WoS].- P.1276-1284.*

17. Vollenweider, R. A. *Assessment of mass balance* // *Principles of lake management* / S.E. Jorgensen and R.A. Vollenweider, eds.). (Guidelines of lake management Vol. 1.) Shiga, Japan: ILEC/UNEP Publ., 2009. – P. 53-69.



УДК 633.1:631.531

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОРТОВ ЯРОВОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ «ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

МАРЧЕНКОВА Людмила Александровна, канд. с.-х. наук, вед. научный сотрудник,
ludmila.marchenkova@yandex.ru

ПАВЛОВА Ольга Викторовна, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией, Silyanova69@mail.ru

ЧАВДАРЬ Раиса Федоровна, ст. научный сотрудник

ОРЛОВА Татьяна Григорьевна, ст. научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

ЧЕБАНЕНКО Светлана Ивановна, канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тумязева, svchebanenko@yandex.ru

Изучены закономерности изменения посевных качеств семян сортов яровой и озимой пшеницы селекции ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Московская обл.) в зависимости от погодных условий. Выявлено, что снижение всхожести до некондиционного уровня чаще всего происходит при пониженной температуре и продолжительных осадках в период уборки. Такие условия на яровой пшенице наблю-



дали на протяжении 8 лет, особенно в 2003 и 2004 гг., на озимой – в 2008 и 2013 гг. Существенное увеличение массы 1000 зерен отмечено в годы наиболее благоприятные по гидротермическим условиям – на яровой пшенице в 2009 и 2015 гг., на озимых – в 2007, 2009 и 2014 гг. Установлено, что на протяжении 15 лет сорта обеих культур устойчиво формировали высокие показатели всхожести и массы 1000 зерен (за исключением результатов 2017 г., в котором уборку конкурсного сортоиспытания яровой пшеницы проводили в период продолжительных дождей). За последние 5 лет коэффициенты вариации по всхожести на сортах яровой пшеницы не превышали 7% по годам и 2% – по сортам, по массе 1000 зерен показатели были более значимые: по годам – 16-18%, по сортам 5-8%. Сорта озимой пшеницы отличались высокой стабильностью по показателям посевных качеств и адаптивностью к факторам среды. Изменчивость всхожести по годам и сортам на озимой пшенице не превышала 2%. Наиболее крупным зерном характеризовались сорта яровой пшеницы Злата и Любава, озимой – Московская 56, Галина и Московская 40. Проведено многолетнее изучение фитосанитарного состояния семян яровой и озимой пшеницы, выявлен патогенный комплекс, установлено, что наиболее опасными загрязнителями и основными возбудителями гибели семян обеих культур являются фузариозы, пенициллы, черный зародыш и некоторые виды бактериозов. Уровень инфицирования данными фитопатогенами, как и всхожесть, определяется погодными условиями, особенно в период уборки.

Ключевые слова: посевные качества, яровая пшеница, озимая пшеница, всхожесть, масса 1000 зерен, фитосанитарное состояние, фузариоз.

Введение

В последние годы на фоне повышения урожаев зерновых культур существенно возросла потребность в продовольственном зерне высокого качества. Качественный семенной материал позволяет без дополнительных энергетических затрат в значительной степени реализовать потенциал продуктивности и урожайности сортов. Изучение пригодности семян к посеву путем определения их посевных качеств является актуальной и весьма важной частью селекционного и семеноводческого процесса, которая позволяет определить потенциальные возможности семян в формировании урожайности зерновых культур [1].

Несмотря на то, что в последние годы состояние семеноводства зерновых культур в стране несколько улучшилось – вырос удельный вес сортовых посевов; культивируются новые высокоурожайные, пластичные, устойчивые к стрессовым факторам сорта; создается система семеноводческих хозяйств, – до сих пор во многих областях страны качественные характеристики семян не соответствуют требованиям [2,3]. Обстановка в стране в целом оставляет желать лучшего.

Цель исследования – анализ посевных качеств семян сортов яровой и озимой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка», а также изучение их изменчивости с учетом сортоспецифических особенностей и условий среды.

Материалы и методы

Работа проведена в ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» в период 2003-2018 гг. в соответствии с действующим стандартом на семена (ГОСТ 52325-2005), методами анализа их посевных качеств (ГОСТ 12038-84, 12036-85 и 12046-85), а также с использованием общепринятых методов определения фитосанитарного состояния семян путем выделения микромицетов в чистые культуры и проращивания семян в рулонах фильтровальной бумаги (ГОСТ 12044-93).

Объектами изучения были семена сортов и линий яровой пшеницы (Злата, Лиза, Любава, Эстер, Агата и др.), озимой пшеницы (Немчиновская 17, Немчиновская 24, Немчиновская 57, Московская

39, Московская 56 и др.) из конкурсного сортоиспытания и семенных питомников.

Всхожесть и энергию прорастания семян яровой пшеницы анализировали через 3 месяца после уборки, когда заканчивается послепосевное дозревание и выравнивается естественным путем влажность зерна отобранных образцов. У семян озимой пшеницы, не прошедших периода покоя, определяли жизнеспособность семян.

У семян сортов и линий из конкурсного сортоиспытания осуществляли контроль всхожести, энергии прорастания, массы 1000 зерен и фитосанитарного состояния семян.

В партиях семенных питомников проводили полный анализ для целей сертификации, включающий чистоту семян, энергию прорастания, всхожесть, влажность, массу 1000 зерен, зараженность болезнями, заселенность вредителями. На основании полученных данных оформляли Протоколы испытаний.

Результаты исследования

В ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» в лаборатории семеноводства, аккредитованной в Системе сертификации семян «Россельхозцентр», на протяжении многих лет осуществляется ежегодный контроль за посевными качествами семян зерновых, зернобобовых культур. В данной статье показаны результаты, полученные при анализе семян яровой и озимой пшеницы. Все изучаемые показатели качества семян важны и тесно взаимосвязаны друг с другом. Наиболее важными являются всхожесть и масса 1000 зерен, определяющие продуктивность, влияющие на полевую всхожесть, расход семян при посеве и урожайность [4,5].

Посевные качества зависят от многих причин, главные из которых – экологические условия и агротехника. За период 2003-2018 гг. на сортах из конкурсного сортоиспытания всхожесть варьировала от 83 до 98% на яровой и от 86 до 98% – на озимой пшенице, а масса 1000 зерен, соответственно – от 24,5 до 45,7 г и от 41,6 до 58,7 г.

Изучение посевных качеств семян обеих культур показало, что масса 1000 зерен и всхожесть характеризуются высокой константностью. Вари-



абельность по всхожести у сортов обеих культур за этот период не превышала 7%, по массе 1000 семян – 18%.

Анализ влияния погодных условий на всхожесть за период 2003-2018 гг. показал, что существенное

снижение данного показателя происходило в годы с продолжительными осадками и похолоданием в период уборки, что наблюдалось на яровой пшенице в 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2013 и 2017 гг., на озимой – в 2008 и 2013 гг. (рисунки 1, 2).

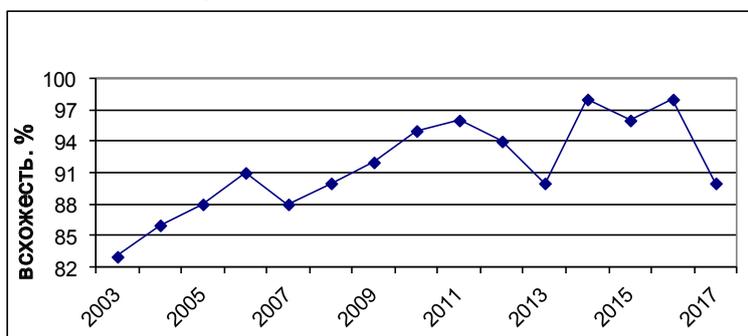


Рис.1 – Средняя всхожесть сортообразцов яровой пшеницы из конкурсного сортоиспытания, 2003-2018 гг.

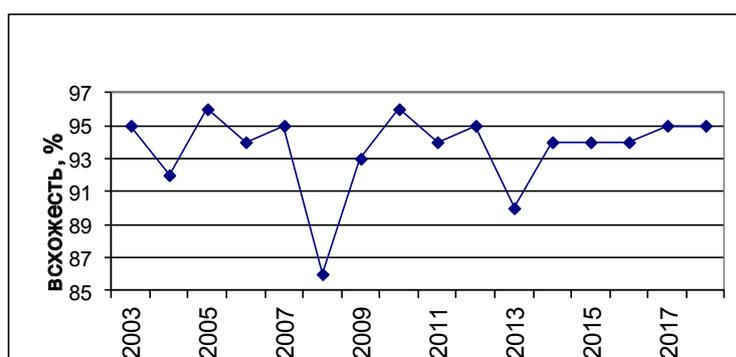


Рис.2 – Средняя всхожесть сортообразцов озимой пшеницы из конкурсного сортоиспытания, 2003-2018 гг.

Связь массы 1000 зерен с погодными условиями была менее выражена, чем со всхожестью. Наибольшее снижение данного показателя на яровой пшенице отмечено в неблагоприятном 2004 г. и в экстремально засушливом 2010 г., а на озимой – в 2016 г. (дожди в период образования регенеративных органов). Существенное увеличение массы 1000 семян различных сортов яровой пшеницы наблюдали в наиболее благоприятные по гидротермическим условиям годы (2009 и 2015 гг.), на озимой пшенице – в 2007, 2009 и 2014 гг. (рисунки 3,4).

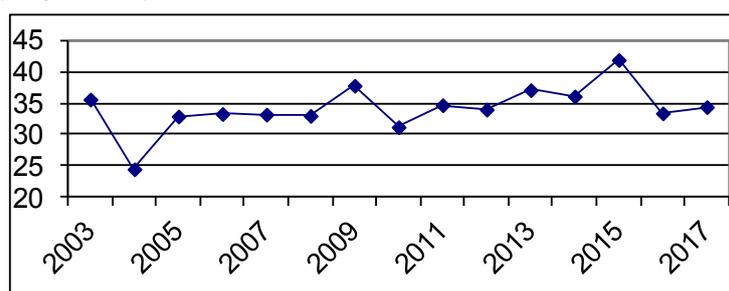


Рис. 3 – Средняя масса 1000 зерен у сортообразцов яровой пшеницы из конкурсного сортоиспытания за период 2003-2018 гг.

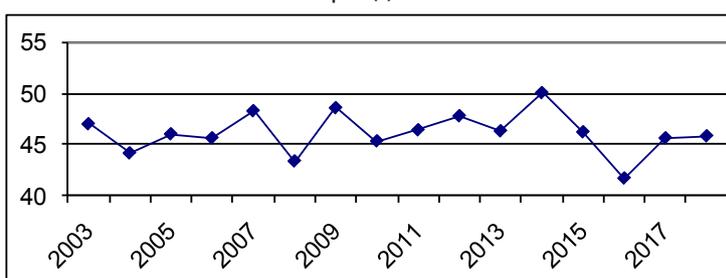


Рис. 4 – Средняя масса 1000 зерен у сортообразцов озимой пшеницы из конкурсного сортоиспытания за период 2003-2018 гг.



За последние 5 лет сорта обеих культур устойчиво формировали высокие показатели всхожести и массы 1000 зерен (за исключением результатов 2017 г., в котором уборку конкурсного сортоиспытания проводили в период продолжительных дождей). Тем не менее, всхожесть исследуемых сортов яровой пшеницы в 2017 году в среднем была

94%, а коэффициент вариации составил по сортам 5-7%, в то время как по годам не превышал 2%. Что касается массы 1000 зерен, то на сортах яровой пшеницы изменчивость по годам и по сортам составила соответственно 7-18% и 16-18%. Наиболее крупным зерном характеризовались сорта Злата и Любава. (табл. 1).

Таблица 1 – Посевные качества семян сортов яровой пшеницы из конкурсного сортоиспытания и величина их изменчивости за период 2014-2018 гг.

Сорта	Годы					Ср.	CV,%
	2014	2015	2016	2017	2018		
Всхожесть, %							
Злата	98	98	97	83	93	93,8	6,8
Эстер	96	98	96	83	96	93,8	6,5
Любава	96	97	98	82	92	93,0	7,1
Агата	96	98	94	86	96	94,0	5,0
Среднее	96,5	97,8	96,3	83,5	94,2	93,7	6,2
CV, %	1,0	0,5	1,7	1,7	2,2	0,47	
Масса 1000 зерен, г.							
Злата	31,1	48,3	36,6	41,8	41,2	39,8	16,1
Эстер	28,5	40,8	31,9	-	39,2	35,1	16,7
Любава	31,7	48,1	37,8	-	45,9	40,9	18,5
Агата	30,0	44,1	35,1	-	43,3	38,1	17,8
Среднее	30,3	45,3	35,4	-	42,4	38,4	17,7
CV, %	4,6	7,9	7,2	-	6,8	6,6	

Сорта озимой пшеницы во все годы изучения стабильно формировали семена с высокими показателями посевных качеств и низкой изменчивостью по годам и сортам, что свидетельствует об их пластичности и адаптивности к изменяющимся факторам среды. При изучении посевных качеств сортов различных репродукций ОС (ПР-1, ПР-2, СЭ) установлено, что существенных различий по показателям качества не выявлено. Семена всех репродукций характеризовались высокими посевными характеристиками (табл. 2).

Таблица 2 – Посевные качества семян сортов озимой пшеницы из ПР-1 и величина их изменчивости за период 2014-2018 гг.

Сорта	Годы					Ср.	CV,%
	2014	2015	2016	2017	2018		
Всхожесть, %							
Немчиновская 17	93	92	97	95	94	94,2	2,0
Немчиновская 24	94	95	95	96	96	95,2	0,9
Немчиновская 57	94	94	95	96	96	95,0	1,1
Московская 39	94	94	93	96	94	94,2	1,2
Московская 40	94	94	94	96	94	94,4	0,9
Московская 56	95	94	94	95	92	94,0	1,3
Галина	96	94	94	95	97	95,2	1,4
Среднее	94,3	93,9	94,6	95,6	94,7	94,6	0,7
CV, %	1,0	1,0	1,3	0,6	1,8		
Масса 1000 зерен, г							
Немчиновская 24	47,0	47,2	45,1	49,3	44,4	46,6	4,1
Немчиновская 57	48,1	51,6	32,1	44,2	43,0	43,8	17
Московская 39	47,5	43,3	43,4	44,0	44,0	44,4	3,9
Московская 40	53,7	48,5	44,7	44,9	44,6	47,3	8,3
Московская 56	52,2	45,5	50,0	51,5	52,6	50,4	5,7
Галина	58,7	52,5	48,0	50,3	44,3	51,1	9,6
Среднее	51,4	47,6	43,7	46,9	45,4	47,0	8,2
CV, %	8,2	7,4	13,1	7,0	6,8	5,9	



При этом коэффициенты вариации по всхожести и по годам, и по сортам существенно не различались и не превышали 2%, а по массе 1000 зерен колебались соответственно от 4 до 17%, и от 6 до 13%. Наиболее крупным зерном характеризовались сорта Московская 56, Галина и Московская 40.

Масса 1000 зерен, как один из основных показателей их качества и полноценности, свидетельствует о крупности и полноценности зерна, а низкие коэффициенты вариации – об экологической пластичности и степени пригодности сортов озимой пшеницы к местным условиям.

Между сортами яровой и озимой пшеницы существенных различий по показателям качества не выявлено.

На качество посевного материала в сильной степени влияет и зараженность болезнями. На фоне многолетнего анализа фитосанитарного состояния семян выявлен патогенный комплекс, со-

стоящий из представителей 30 видов возбудителей болезней, но наиболее распространенные из них – представители родов *Fusarium*, *Pyrenophora*, *Alternaria* и *Penicillium* и *Bacterium*. Наиболее опасными загрязнителями и основными возбудителями гибели семян обеих культур признаны фузариозы, пенициллы, черный зародыш и некоторые виды бактериозов. Во всех партиях семян наблюдали смешанную инфекцию, состоящую из различных патогенных комплексов с преобладанием альтернариозно-фузариозного.

Установлено, что уровень инфицированности семян, как и всхожесть, во многом определяется температурой и количеством осадков в предуборочный и особенно в уборочный периоды. Самая высокая степень зараженности отмечена на яровой пшенице в 2003, 2004 и 2017 гг., на озимой – в 2008 и 2017 гг. Аналогичная картина наблюдалась и по всхожести (рис. 3).

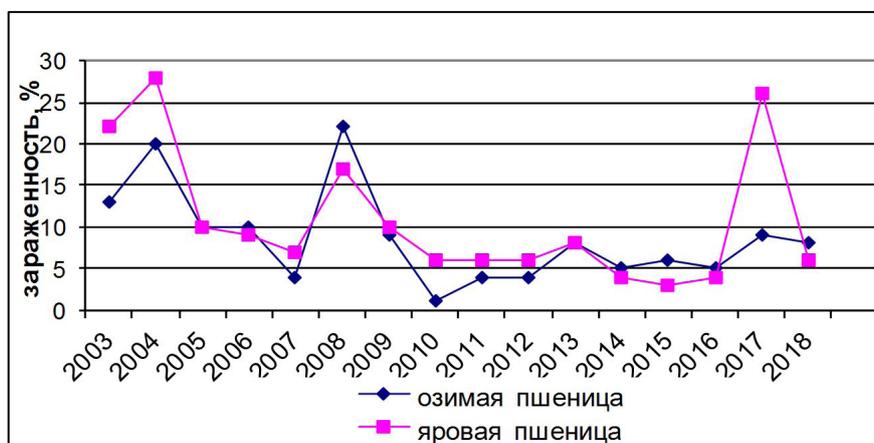


Рис. 3 – Динамика зараженности фузариозом семян сортов яровой и озимой пшеницы за период 2003-2018 гг.

Во влажные годы инфицированность семян фузариозом колебалась в среднем от 10 до 30%, в засушливые – от 1 до 6%. На фоне зараженности фузариозом выявлена реакция сортов обеих культур и выделены сорта с наименьшей многолетней чувствительностью к данному патогену, среди которых сорта озимой пшеницы – Московская 40, Московская 56, Немчиновская 24, Немчиновская 17 и яровой пшеницы – Злата, Любава, Эстер, МИС и др.

Таким образом, полученные на обеих культурах данные свидетельствуют о том, что сорта немчиновской селекции стабильно из года в год формируют высокие посевные показатели, хорошо отселектированы и адаптированы к условиям среды, характеризуются слабой чувствительностью к фузариозу.

Выводы

1. В процессе исследований получены посевные характеристики семян сортов яровой и озимой пшеницы, выявлены сортоспецифические различия и факторы, влияющие на посевные качества семян.

2. Выявлена зависимость посевных качеств от погодных условий и установлена высокая связь всхожести с факторами среды. Существенное сни-

жение данного показателя и высокая инфицированность семян фузариозом за период 2003-2018 гг. наблюдались только в годы, характеризующиеся длительными осадками в предуборочный и особенно в уборочный периоды. Наиболее низкие показатели всхожести отмечены на яровой пшенице в 2004, на озимой – в 2008 гг.

3. Установлено, что связь массы 1000 зерен с погодными условиями менее выражена, чем со всхожестью. Наибольшее снижение данного показателя на яровой пшенице отмечено в неблагоприятном 2004 г. и в экстремально засушливом 2010 г., а на озимой – в 2016 г. (обильные дожди в период образования регенеративных органов).

4. Вариабельность посевных показателей на обеих культурах была невысокой, особенно на озимой пшенице: по всхожести не превышала 2% (по сортам и годам), а по массе 1000 зерен колебалась соответственно в пределах 60-13% и 4-17%. Изменчивость всхожести на яровой пшенице была также невысокой: по сортам 5-7%, по годам, как и на озимой пшенице, не превышала 2%. По массе 1000 зерен величина вариабельности была более значимой и соответствовала по годам 16-18%, по сортам – 7-18%. Низкие коэффициенты вариации свидетельствуют об экологической пластичности



и адаптивности сортов обеих культур селекции ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка».

5. Сорта яровой пшеницы Злата, Любава, озимой – Московская 40, Московская 56 и Галина селекции ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» на фоне благоприятных гидротермических показателей последних 5 лет стабильно формировали семена хорошо отселектированные, адаптированные к погодным условиям региона, с высокими посевными характеристиками, обладающие слабой чувствительностью к фузариозу.

Список литературы

1. Антошина, О.А. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Есения [Текст] / О.А. Антошина, Д.В. Виноградов, О.А. Лапшинова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. № 4 (36). С. 5.
2. Антошина, О.А. Сортвые особенности возделывания озимой мягкой пшеницы на семенные цели [Текст] / О.А. Антошина, Д.В. Виноградов, Т.В. Хабарова, Ю.В. Однодушнова, А.А. Соколов, О.А. Лапшинова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. № 4 (36). С. 118-121.
3. Виноградов, Д.В. Практикум по растениеводству [Текст] / Д.В. Виноградов, Н.В. Вавилова, Н.А.

Дуктова, Е.И. Лупова // Рязань, 2018. 320с.

4. Иваненко А.С., Иваненко Н.А. Посевные качества семян озимой тритикале в Тюменской области // Современные проблемы науки и образования, 2015.-№2-1.

5. Информационный листок Россельхозцентра № 1/2018 г. // Качество семян озимых культур в Российской Федерации по результатам мониторинга филиалами ФГБУ «Россельхозцентр» на 15 апреля 2018 г.

6. Информационный листок Россельхозцентра №10/2018 г. // Качество семян яровых зерновых и зернобобовых культур в Российской Федерации по результатам мониторинга филиалами ФГБУ «Россельхозцентр» на 15 апреля 2018 г.

7. Качество семян – залог будущего урожая // Вестник Россельхозцентра. – 2016, № 3. – С. 13-14.

8. Практикум по земледелию А.С. Мастеров, Д.В. Виноградов, М.В. Потапенко, С.И. Трапков, П.Н. Балабко, Е.И. Лупова [Текст] // Рязань, 2018. 256с.

9. Рыбась И.А., Гуреева А.В., Марченко Д.М. Оценка массы 1000 зерен у сортов озимой пшеницы по параметрам адаптивности // Достижение науки и техники АПК.- 2014. -№ 9. С17-19.

SOWING QUALITIES OF SEEDS OF VARIETIES OF SPRING AND WINTER WHEAT BREEDING FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION "FRC "NEMCHINOVKA"

Marchenkova Lyudmila A., candidate of agricultural Sciences, leading researcher, ludmila.marchenkova@yandex.ru

Pavlova Olga V., candidate of agricultural Sciences, head. laboratory, Silyanova69@mail.ru

Chavdar Raisa F., senior researcher

Orlova Tatiana G., senior researcher

FSBI «Federal research center «Nemchinovka»

Chebanenko Svetlana I., candidate of agricultural Sciences, docent, Russian state agrarian University-MTAA named after K. A. Timiryazev

The patterns of spring and winter wheat grain (of Nemchinovka selection) sowing qualities changes, depending on the environmental conditions, were studied. It was found that germination reduction to substandard level most commonly happens with the low air temperatures and prolonged precipitation during harvest. Such conditions were observed on spring wheat for eight years, especially in 2003 and 2004, and on winter wheat – in 2008 and 2013. The significant increase in 1000 grain mass was observed in hydrothermal-favorable years – such is 2009 and 2015 for spring wheat, 2007, 2009 and 2014 for winter wheat. It was determined, that during 15 years period the cultivars of both crops steadily formed the high germination and 1000 grain mass parameters (with the exception of year 2017, during which the competitive variety testing plots of winter wheat were harvested during the period of prolonged rains). In the last 5 years, the germination variation coefficients for spring wheat cultivars did not exceed 7% by years and 2% by cultivars; the 100 grain mass variation coefficients were higher, about 16-18% by years and 5-8% by cultivars. The winter wheat cultivars were noted to have great stability for their sowing qualities and adaptability to environmental factors. The germination variation coefficients both by years and by cultivars for winter wheat did not exceed 2%. The spring wheat cultivars with largest grain were Zlata and Lubava, the winter wheat cultivars – Moskovskaya 56, Galina and Moskovskaya 40. The multi-year study of phytosanitary conditions of spring and winter wheat grain had been conducted, the complex of pathogens determined, and it was found that the most dangerous pollutants and main causes of grain death are fusarium, penicilla, black germ and some bacterioses. The level of abovementioned phytopathogen infection, as well as germination, is determined by the meteorological conditions during harvest.

Key words: sowing qualities, spring wheat, winter wheat, germination, 1000 grain mass, phytosanitary conditions, fusarium.

Literatura

1. Antoshina, O. A. Noviy sort ozimoy myagkoy pshenicy Yesenia [Text] / O. A. Antoshina, D. V. Vinogradov, O. A. Lapshinova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo Universiteta im. P. A. Kostycheva. 2017. № 4 (36). P.5.



2. Antoshina, O. A. Sortovie osobennosti vozdelivaniya ozimoy myagkoy pshenici na semennie cely [Text] / O. A. Antoshina, D. V. Vinogradov, T. V. Khabarovsk, Yu. V. Odnodushnova, A. A. Sokolov, O. A. Lapshinova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo Universiteta im. P. A. Kostycheva. 2017. № 4 (36). P. 118-121.
3. Vinogradov, D. V. Practycum po rastenievodstvu [Text] / D. V. Vinogradov, N. In. Vavilov, N.. Duchova, E. I. Lupova // Ryazan, 2018. 320с.
4. Ivanenko A. S., Ivanenko N. Ah. Posevnie kachestva semyan ozimoy triticales v Tyumenskoj oblasti // Sovremennye problemi nauki i obrazovaniya, 2015.-№2-1.
5. Informacionniy listok Rosselhozcentra № 1/2018 // Kachestvo semyan ozimih kultur v Rossijskoj Federacii po rezultatam monitoringa philialamy fgbu "Rosselhozcentr" na 15 Aprelya, 2018
6. Informacionniy listok Rosselhozcentra №10/2018 // Kachestvo semyan yarovih zernovih i zernobovih kultur v Rossijskoj Federacii po rezultatam monitoringa philialamy fgbu "Rosselhozcentr" na 15 Aprelya, 2018
7. Kachestvo semyan – zalog buduschego urojaya // Vestnik Rosselhozcentra. – 2016, № 3. – Pp. 13-14.
8. Praktikum po Zemledeliyu A. S. Masters, D. V. Vinogradov, M. V. Potapenko, S. I. Tsapkov, P. N. Balabko, E. I. Lupova [Text] / Ryazan, 2018. 256С.
9. Rybas I. A., Gureeva A.V., Marchenko D. M. Ocenka massi 1000 zeren u sortov ozimoy pshenici po parametram adaptivnosti // Dostijeniya nauki i tehniki APK.- 2014. -№ 9. С17-19.



УДК:001.573:631.81.095.337

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ БАЛАНСА ГУМУСА

МИТРОФАНОВ Сергей Владимирович, канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе, f-mitrofanoff2015@yandex.ru

НОВИКОВ Николай Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент, врио директора, Novikov-NN.vnims@yandex.ru

НИКИТИН Василий Степанович, специалист первой категории, nikitin.vnims@yandex.ru

БЛАГОВ Дмитрий Андреевич, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник, aspirantura2013@gmail

ПАНФЕРОВ Николай Сергеевич, канд. тех. наук, зав. отделом, nikolaj-panfyorov@yandex.ru

БЕЛЫХ Сергей Анемподистович, канд. техн. наук, вед. специалист, belyh.vnims@yandex.ru

Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

В современной земледелии ведущая роль в повышении урожая сельскохозяйственных культур отводится химикотехногенным факторам. В связи с чем современные агрофитоценозы характеризуются низким видовым разнообразием, строгой последовательностью агротехнологических работ и основных фенологических циклов доминирующих культур, что приводит к снижению устойчивости агробиогеоценозов к абиотическим и биотическим стрессам и, как следствие, к снижению уровня плодородия почв. Для формирования высоких и устойчивых урожаев, сохранения физико-химических свойств и биогенности почв необходимо обеспечивать бездефицитный баланс гумуса. На сегодняшний день в агрохимической и агрономической науках разработано множество методов, применяемых для расчета потребности в элементах питания сельскохозяйственных культур, направленных на сохранение плодородия почв. Однако их анализ выявил ряд недостатков: отсутствие учета предшественников в севообороте, степени окультуренности почвы, расчет доз элементов питания по усредненным агрохимическим показателям почв сельскохозяйственных предприятий и ряду других показателей. Поэтому их нужно рассматривать как ориентировочные, особенно если они берутся из справочных источников. В связи с этим на основе многолетних опытных данных ФГБНУ «Московский НИИСХ «Немчиновка» и полевых опытов Географической сети ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» разработаны математические модели расчета доз элементов питания основных сельскохозяйственных культур Центрального региона России. Разработанная методика расчета доз элементов питания базируется на определении прогнозируемого урожая сельскохозяйственных культур. Отличие разработанных математических моделей от традиционных заключается в том, что в них учтены все известные источники поступления макроэлементов в почвенный раствор, а на их основе сформированы агрегированные переменные (алгебраические суммы переменных) для определения параметров азотного, фосфорного и калийного питания сельскохозяйственных растений.

Ключевые слова: гумус, элементы питания растений, математические модели.



Введение

Поддержание высокого уровня плодородия почвы позволяет обеспечить оптимальное питание растений, что непосредственно влияет на получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур с необходимыми потребительскими качествами. Плодородные почвы с высокой степенью окультуренности обладают благоприятными физико-химическими свойствами, необходимыми для нормального протекания продукционных процессов растений, обеспечивая их корневую систему достаточным количеством пищи, воздуха, влаги и тепла [2].

Органическое вещество почвы является сложным химическим комплексом, состоящим из веществ органического происхождения, который аккумулирует в себе все органические вещества, разделяемых на две группы. Первая – гумусовые или перегнойные вещества специфической природы. Вторая – негумифицированные вещества растительного и животного происхождения, которая составляет 10-15% органического вещества от общего его запаса в почве.

Содержание гумуса в почве является важным показателем ее потенциального плодородия, активности происходящих в ней биологических процессов. Гумус составляет от 85 до 90% от суммарного количества органического вещества почвы. Факторами, влияющими на содержание гумуса в почве, являются: тип почвы, природно-климатические условия, характер и интенсивность земледелия, специализации севооборота.

Однако повышение содержания гумуса или его бездефицитный баланс возможны только при разработке и внедрении рациональных элементов агротехнологий, которые способствуют развитию полезных микробиологических процессов [1, 3].

Материалы и методы исследований

Объектом исследований являются методы расчета доз элементов питания сельскохозяйственных культур.

Цель работы – повысить эффективность продукционных процессов в растениеводстве за счет проектирования рациональных систем удобрения в сельскохозяйственных предприятиях путем разработки использования инновационных цифровых технологий.

Исследования проводились с использованием аналитического и статистического методов.

Результаты исследований и их обсуждение

На сегодняшний день в агрохимической и агрономической науках существует множество применяемых методов по расчету элементов питания сельскохозяйственных культур.

Однако на практике чаще всего применяется метод балансового расчета доз удобрений на планируемую урожайность культуры [1].

Рассматриваемый метод часто используется с различными модификациями и дополнениями, но суть его не меняется – определяется потребность растений в питательных элементах, содержание их в почве в доступной для растений форме, коэффициенты использования из почв и удобрений. Точность данного метода зависит от точности вышеперечисленных данных. Они существенно варьируются в зависимости от свойств почв, по-

годных условий, доз и форм удобрений, срока и способа внесения и прочих факторов.

Ряд исследователей считают предпочтительным балансовый расчет потребности в удобрениях с учетом планируемой прибавки урожайности. При данном расчете необходимо знать урожайность возделываемой культуры, получаемой на данном участке без внесения удобрений, т.е. исходя из естественного плодородия почвы. Данный расчет также является ориентировочным, так как для его применения не требуется знать коэффициент использования питательных веществ из почвы, однако данный коэффициент может также существенно меняться в зависимости от многих условий, описанных выше [1].

При расчете доз элементов питания на планируемую урожайность или ее прибавку необходимо учитывать степень удобрения предшествующей культуры с целью учета пролонгированного действия удобрений. Если предшествующие культуры возделывали на удобренных почвах, то к питательным элементам данных почв необходимо прибавить последствие ранее внесенных удобрений в расчете 10-15% исходного количества в них действующего вещества.

В описанных выше методах расчет доз элементов питания производится с опорой на естественное плодородие почв, удобрения при этом лишь восполняют то количество питательных элементов, которое невозможно получить из почвы. В данных методах не предусматривается только возможность систематического повышения уровня плодородия почвы, но и восполнения питательных веществ, ранее израсходованных на формирование урожая элементов почвы.

Существуют также ряд других методов, например метод Михайлова Н.Н., метод определения действительно возможного урожая по содержанию питательных элементов в почвах, комплексный метод аналитической листовой диагностики Болдырева Н.К. и др. [1, 5].

На практике в работе станций агрохимических служб используются балансовые методы. Их недостатками являются: отсутствие учета предшественников в севообороте, степени окультуренности почвы, расчет доз удобрений по усредненным агрохимическим показателям почв сельскохозяйственных предприятий, что существенно влияет на коэффициент использования питательных элементов растениями из почвы и удобрений, а также ряд других показателей. В связи с чем их необходимо оценивать как ориентировочные, если они берутся из справочных источников. Метод Н.К. Болдырева сложно применить с практической точки зрения.

Ввиду этого авторами на основе многолетних опытных данных ФГБНУ «Московский НИИСХ «Немчиновка» и полевых опытов Географической сети ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» разработаны тематические модели расчета доз элементов питания сельскохозяйственных культур Центрального региона России. В отличие от представленных выше методов, в данных моделях учитываются все известные источники поступления элементов питания в почвенный раствор, а на их основе сформированы агрегированные переменные для



расчета доз элементов питания под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур.

Разработанная методика расчета доз элементов питания базируется на определении прогнозируемой урожайности сельскохозяйственных культур. Для анализа урожайности в сельскохозяйственных предприятиях используется временная экспоненциальная тенденция, рассчитываемая по статистическим данным фактических урожаев за 15-20 лет.

Однако эти статистические данные не дают объективных данных по прогнозу урожайности, так как являются зависимыми от ряда факторов, в первую очередь климатических.

Собран массив данных агрохимических полевых опытов на разных типах (подтипах) почв, на основе которого сформирована методика прогноза урожайности, основными элементами которой выступили элементы питания, оказывающие наибольшее влияние на урожайность: азот, фосфор, калий, а также кислотность почв [4].

Расчет прогноза по содержанию азота, фосфора, калия осуществляются по уравнению:

$$Y_{N,P,K} = \frac{A_1 X_1 (1 + X_2)}{1 + A_2 X_1 + A_3 X_1 X_2}, \quad (1)$$

где $Y_{N,P,K}$ – прогноз урожайности, ц/га;

X_1 – гумус почвы (из данных агрохимического обследования), т/га;

X_2 – агрегированная переменная, включающая все основные источники поступления азота, фосфора, калия в почву (из нормативно-справочной информации);

Таблица – Коэффициенты влияния предшественников на урожайность сельскохозяйственных культур (фрагмент базы)

Наименование культуры	Предшественник						
	Пшеница озимая	Рожь озимая	Ячмень яровой	Овес яровой	Горох	Картофель	Свекла кормовая
Пшеница озимая	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Рожь озимая	0,6	0,8	0,7	0,6	0,8	0,5	0,5
Ячмень яровой	0,7	0,8	0,7	0,7	0,85	0,85	0,85
Овес яровой	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	0,85
Горох	0,9	0,9	0,85	0,9	0,8	1,0	1,0
Картофель	0,9	0,9	0,9	0,8	0,85	0,7	0,6
Свекла кормовая	0,9	0,9	0,9	0,8	0,85	0,7	0,6

Многолетние травы являются одним из основных источников накопления гумуса, в связи с чем необходимо точно рассчитывать уровень насыщенности севооборотов данными культурами, так как это позволит компенсировать минерализацию гумуса под парами, пропашными культурами, культурами сплошного сева, и обеспечить бездефицитный баланс органического вещества в почвах севооборотной площади.

Для этого разработана математическая модель, представленная в виде уравнения:

$$dC/X_8 = a_0 + a_1[k_3 x_3 + k_2 x_2 + k_{11} x_{11} + k_{12} x_{12} + k_5(100 - x_{11} - x_{12} - x_2)], \quad (3)$$

где dC – прирост или снижение содержания гумуса, т/га;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты уравнения.

Расчет прогноза урожайности по рН солевой вытяжки:

$$Y_{pH} = \frac{Y_{\max}}{1 + Ae^{-B \cdot pH}}, \quad (2)$$

где Y_{pH} – прогноз урожайности, ц/га;

Y_{\max} – максимально возможная урожайность с.-х. культуры, ц/га;

e – основание натурального логарифма;

A, B – коэффициенты уравнения, полученные в процессе оценки параметров;

pH – кислотность почвы (из данных агрохимического обследования).

В итоге за прогноз урожайности в соответствии с законом минимума принимается наименьшая из рассчитанных урожайностей.

Используя данную методику, можно рассчитать прогноз урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, учитывая производственные и экономические условия конкретного хозяйства, его специфику.

При этом учитываются коэффициенты влияния на урожайность сельскохозяйственной культуры предшествующих культур в севообороте (табл.). На их основе разработан алгоритм формирования полей севооборота, который позволяет производить расчеты гумусного баланса. Полученные результаты, в свою очередь, позволяют формировать мероприятия по бездефицитному гумусному балансу, а при возможности – положительному.

x_8 – продолжительность наблюдений;

x_{12} – площадь под паром, %;

$(100 - x_{11} - x_{12} - x_2)$ – площадь культур сплошного сева, %;

x_{11} – площадь посева пропашных культур, %;

x_2 – площадь посева многолетних трав, %;

x_3 – органическое вещество в пересчете на навоз, применяемое хозяйстве в расчете на 1 га пашни, т;

a_0, a_1 – коэффициенты уравнения;

k_3, k_2 – коэффициенты, учитывающие темпы накопления гумуса в почве, соответственно, от внесения в почву органического вещества (навоза) и от посевных площадей, занятых многолетними травами;

k_5, k_{11}, k_{12} – коэффициенты, учитывающие степень минерализации гумуса почвы посевных



площадей, занятых, соответственно, под культурами сплошного сева, пропашными, а также под чистыми парами.

При этом $k_3, k_2, k_{11}, k_{12}, k_5$ – коэффициенты, рассчитанные по экспоненциальному уравнению:

$$k = k_{max} [1 - e^{-(b_0 + b_1 c)}] \quad (4)$$

где k – искомый коэффициент для уравнения;
 k_{max} – генетическое максимально возможное значение коэффициента;

b_0, b_1 – коэффициенты уравнения;

c – содержание углерода мобильного гумуса, т/га.

Преобразование значений углерода начального (СН) и конечного (СК) исходной базы (%) в начальное (GH) и конечное (GK) значения гумуса в почве (т/га) осуществлено по формулам:

$$G_H = \frac{C_{HP}/0,58}{100} \quad (5)$$

$$G_K = \frac{C_{KP}/0,58}{100} \quad (6)$$

Вес пахотного горизонта (P) для почв: дерново-подзолистых супесчаных (18 см) – 3178 т/га; дерново-подзолистых суглинках (22 см) – 3020 т/га; черноземов (25 см) – 2904 т/га.

Из данных уравнений определяются значения начального и конечного гумуса по фактической структуре севооборотной площади хозяйства и рассчитываются два варианта структуры севооборота с обеспечением бездефицитного или положительного баланса гумуса почв пашни севооборота.

В первом варианте рассчитываются: процент многолетних трав (x_2), который необходимо иметь

в севообороте при известном значении вносимых ежегодно количеств органических удобрений (x_3); процент площади посева пропашных культур (x_{11}); процент площади под паром (x_{12}) и процент площади культур сплошного сева для поддержания бездефицитного баланса гумуса пашни севооборота. Во втором варианте определяется, какое количество органических удобрений (x_3) нужно ежегодно вносить на 1 га посевных площадей севооборота при известных значениях процентов многолетних трав (x_2), площади посева пропашных культур (x_{11}), площади под паром (x_{12}) и площади культур сплошного сева в севообороте для поддержания бездефицитного баланса гумуса пашни севооборота.

Ниже приведен пример расчета баланса гумуса для АО «Павловское». Территория сельскохозяйственного предприятия расположена в южной части Рязанского района. В сельскохозяйственном предприятии 0,6% (50,0 га) площади пашни имеет очень низкую оценку по содержанию гумуса, 63,0% (5041 га) – низкую, 25,4% (2037 га) – среднюю, 11,0% (880 га) – повышенную оценку.

Проведенные расчеты по данным АО «Павловское» показали, что динамика гумуса почв севооборота имела отрицательное значение (рис.). На начало сезона баланс гумуса составлял 121,96800 т/га, а на конец сезона уровень данного показателя снизился до 121,96524 т/га. То есть баланс гумуса носит отрицательный характер (– 0,00276 т/га).

Поэтому для положительной динамики баланса гумуса необходимо вносить на 1 га органических удобрений в количестве 8,606 т в виде подстилочного навоза твердой фракции с содержанием сухого вещества 25,0%

Хозяйство									
АО "Павловское" Рязанского района Рязанской обла									
Почва		Площадь (га) севооборота №				Гумус, %			
Черноземы		6745.00				4.2000			
Динамика гумуса севооборотной площади, т га									
в начале сезона					в конце сезона				
121.96800					121.96524				
					-0.00276				
Пар, га	Пар, %	Пропаш, га	Пропаш, %	Спл., га	Спл., %	Мн. тр., га	Мн. тр., %	Орг.уд., т/га	
Исходная структура севооборота									
0.00	0.00	0.00	0.00	6745.00	100.00	0.00	0.00	0.000	
Варианты способов для обеспечения бездефицитного баланса гумуса почв севооборота									
Вариант 1 Предлагается новая (расчетная) структура севооборота с многолетними травами									
0.00	0.00	0.00	0.00	3861.20	57.25	2883.80	42.75	0.00	
Вариант 2 При исходной структуре севооборота необходимо внести расчетный объем орг. уд. (подстилочный навоз КРС) на 1 га севооборотной площади									
0.00	0.00	0.00	0.00	6745.0	100.00	0.00	0.00	8.606	
Расчет общего объема органических удобрений									
Код	Наименование				Кoeff. пересчета на подст. навоз КРС		Всего орг. уд., т		
5001	Твердая фракция подстилочный навоз КРС (25% сух.в-ва)				1.00		58045		

Рис. – Определение баланса гумуса и расчет доз органических удобрений



Потребность в органических удобрениях на занимаемую площадь 6745 га сельскохозяйственными культурами составила 58045 т.

Заключение

Формирование рационального питания растений является одним из главенствующих факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Ввиду чего современное сельское хозяйство должно переходить от разрозненных способов удобрения культурных растений к применению научно обоснованных систем удобрений, отвечающих требованиям возделываемых культур к природным и экономическим условиям сельскохозяйственного производства.

Сегодня в связи с резким повышением спроса на экологически чистую сельскохозяйственную продукцию большой интерес вызывает органическое земледелие. Ввиду этого принят Федеральный закон №280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Россия с точки зрения потенциала развития данного вида земледелия является безусловным лидером, так как на сегодняшний день наша страна имеет 28 млн. залежных земель, которые длительное время не использовались, а значит – в них не вносились химические удобрения и средства защиты растений.

Однако переход на систему органического сельского хозяйства наиболее остро ставит проблему обеспечения растениеводства элементами

питания, особенно это относится к Нечерноземной зоне с ее низким естественным плодородием почв.

Использование на практике описанных в статье математических моделей позволит производителям органической продукции формировать агро-технологии и специальные севообороты, направленные на сохранение и повышение плодородия почв, их биологической активности, поддержание биоразнообразия экосистем.

Список литературы

1. Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ. Под. Ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
2. Вильдфлуш И.Р. Рациональное применение удобрений: Пособие // Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002, – 324 с.
3. Минеев В.Г. Агрохимия: учеб. пособ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ, 2004. – 720 с.
4. Митрофанов С.В. Программный комплекс по прогнозированию урожайности основных сельскохозяйственных культур центрального региона России / С.В. Митрофанов, В.С. Никитин, С.А. Белых, Д.А. Благов, В.Б. Любченко // Техника и оборудование для села. - 2018. - № 8. - С. 41-43.
5. Романенко Г.А. Удобрения. Значение, эффективность применения: справоч. пособие. – М.: ЦИНАО, 1998. – 376 с.

MATHEMATICAL MODELS FOR HUMUS BALANCE FORECASTING

Mitrofanov Sergey V., Candidate of agricultural sciences, vice-director for science, leading researcher, f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Novikov Nikolay N., Candidate of agricultural sciences, stand-in director, Novikov-NN.vnims@yandex.ru

Nikitin Vasily S., 1-st category specialist, nikitin.vnims@yandex.ru

Blagov Dmitry A., Candidate of biological sciences, senior researcher, aspirantya2013@gmail

Panfyorov Nikolay S., Candidate of technical sciences, head of department, nikolaj-panfyorov@yandex.ru

Belykh Sergey A., Candidate of technical sciences, leading specialist, belykh.vnims@yandex.ru

Institute of engineering support agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»

In modern agriculture the improvement of crops productivity is highly dependent on anthropogenic chemical factors. Due to this fact, the present-day agrophytocenoses are characterised by low species richness, strict consistency of agrotechnological operations and the main phenological cycles of the dominating crops, that results in the decreased resistance of agrobiocenoses to biotic and abiotic stresses, and consequently – the decline of soil fertility. Sustained positive balance of humus is necessary for providing sustainable high yields and the conservation of physical and chemical properties and biotic activity of soil. Modern agrochemistry and agronomy involve the application of various methods for crop nutrients calculation, aimed at soil fertility conservation. However, the conducted analysis has shown a number of disadvantages of these methods: forecrops and degree of soil development are not taken into account, calculation of nutrients dosages is carried out by averaged agrochemical properties of soils of agricultural enterprises, that has a considerable effect on the coefficient of uptake of nutrients contained in soil and fertilizers by plants and a number of other indicators. In this connection, this data should be considered as approximate, especially being taken from reference sources. For this reason, the research workers of the Institute of engineering support agriculture – branch of FSAC VIM have developed mathematical models of calculation of nutrients dosages for the major crops of Central Russia on the basis of multiannual experimental data of the Federal Research Center «Nemchinovka» and data obtained from field experiments conducted by the Geographic Network of the All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry. The developed method for calculating nutrients dosages is based on crop yield forecasting. The developed method for calculating nutrients dosages is based on crop yield forecasting. The novelty of the developed mathematical models lies in consideration of all the known sources of macronutrients supply in soil solution, put in the basis of aggregate variables (algebraic sum of variables) for determining parameters of nitrogen, phosphorous and potassium nutrition for crops.

Key words: humus, plant nutrients, mathematical models.



Literatura

1. Agrokhiimiya: Klassicheskiy universitetskiy uchebnyk dlya stran SNG. Pod. Red. V.G. Mineeva. – M.: Izd-vo VNIIA imeni D.N. Pryanishnikova, 2017. – 854 s.
2. Vil'dflush I.R. Ratsional'noe primeneniye udobreniy: Posobie // Gorki: Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2002, – 324 s.
3. Mineev V.G. Agrokhiimiya: ucheb. posob. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: MGU, 2004. – 720 s.
4. Mitrofanov S.V. Programmnyy kompleks po prognozirovaniyu urozhaynosti osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur tsentral'nogo regiona Rossii / S.V. Mitrofanov, V.S. Nikitin, S.A. Belykh, D.A. Blagov, V.B. Lyubchenko // Tekhnika i oborudovaniye dlya sela. - 2018. - № 8. - S. 41-43.
5. Romanenko G.A. Udobreniya. Znachenie, effektivnost' primeneniya: spravoch. posobie. – M.: TsINAO, 1998. – 376 s.



УДК 576.89:639.3

ИММУНОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТОКСОПЛАЗМОЗА

НАЗАРОВА Светлана Анатольевна, аспирант кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии, svetlanak9191@mail.ru

НОВАК Михаил Дмитриевич, д-р биол. наук, профессор кафедры эпизоотологии, микробиологии и паразитологии, rease100@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Цель исследований заключалась в разработке иммунохроматографического метода (ИХМ) диагностики токсоплазмоза и изучении его распространенности в товарных свиноводческих хозяйствах, на молочных фермах и среди мышевидных грызунов в Рязанской области. Экспериментально изучена чувствительность и информативность ИХМ с разработанными токсоплазменными иммунореагентами. Сероэпизоотологический мониторинг позволил установить высокие показатели экстенсивности инвазии при токсоплазмозе свиней, крупного рогатого скота и мышевидных грызунов: 34, 26 и 40% соответственно, что подтверждает потенциальную угрозу заражения человека. При сравнительном изучении чувствительности и информативности ИХМ и РНГА с мембрано-цитоплазменным антигеном *Toxoplasma gondii*, а также при сопоставлении с результатами микроскопического исследования мазков-отпечатков из головного мозга и внутренних органов свиней (на бойнях Рязанской области), мышевидных грызунов (на территории Окского государственного биосферного заповедника) установлена высокая диагностическая эффективность иммунохроматографического метода. ИХМ экспресс-тест является специфичным, высокочувствительным, доступным для практикующих ветеринарных врачей, компактным, не требующим специального оборудования при постановке и специальных навыков лаборанта-исследователя. На основании полученных данных обосновано практическое применение иммунохроматографического метода в комплексе профилактических, оздоровительных мероприятий при токсоплазмозе, в том числе на мясоперерабатывающих предприятиях при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы туш и органов животных.

Ключевые слова: свиньи, крупный рогатый скот, мышевидные грызуны, иммунохроматографический метод (ИХМ), экспресс-тест, нитроцеллюлозная мембрана, *Toxoplasma gondii*.

Введение

Большое внимание медицинские и ветеринарные специалисты уделяют болезням, возбудители которых передаются от животных человеку через продукты животного происхождения. Токсоплазмоз распространен чрезвычайно широко [14]. Установленный коэффициент заболеваемости в континентальном масштабе составляет 1,2 на 100 тыс. населения [4]. Показатели зараженности токсоплазмами населения в различных регионах Российской Федерации варьируют от 15 до 30% [6, 8, 11]. Заболевание протекает в латентной, субклинической форме или сопровождается симптомами пневмонии, нарушения функций пищеварительной, репродуктивной, нервной систем,

органов зрения. У беременных женщин, серопозитивных на токсоплазмоз, возможны аборт, мертворождения, а у новорожденных – гидроцефалия, менингоэнцефалиты, гермафродитизм и соматические патологии [11].

Основным источником возбудителя токсоплазмоза для животных и человека являются кошки, definitive хозяева *Toxoplasma gondii*; крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, кролики и человек – промежуточные хозяева [1, 3, 5, 12]. Заражение человека происходит при употреблении в пищу недостаточно термически обработанного мяса и мясных продуктов. Среди сельскохозяйственных животных токсоплазмоз установлен у 79% овец, 25% крупного рогатого скота, 42% сви-



ней [6]. По данным Е.А. Шевкуновой, Б.А. Тимофеева и др., при обследовании коров в Московской, Тверской и других областях Центрального района Российской Федерации средние показатели экстенсивности инвазии при токсоплазмозе крупного рогатого скота составляют 1,2% [12, 13]. У животных заболевание чаще протекает в латентной форме, реже в острой, что затрудняет диагностику, способствует широкому распространению и представляет угрозу для безопасности человека [7, 9]. В животноводческих хозяйствах с различной технологией содержания животных, преимущественно на товарных фермах, высока вероятность распространения токсоплазмоза в связи с постоянной циркуляцией возбудителя среди грызунов [3, 10]. Факторами, способствующими распространению токсоплазмоза в Центральном районе Российской Федерации, являются отсутствие культурных пастбищ и пригодных для выпаса участков, высокая концентрация животных на небольших территориях, негигиенический водопой и низкий уровень ветеринарно-санитарных мероприятий [6]. В настоящее время известно только небольшое число лабораторных методов, позволяющих избежать как ложноположительных, так и ложноотрицательных результатов исследований на токсоплазмоз. Высокоэффективны следующие методы лабораторной диагностики: НРИФ, РНГА, ИФА, ИХМ, ПЦР. С помощью этих методов можно выявлять как антитела, так и антигены токсоплазм, определять стадию заболевания и обосновывать необходимость назначения специфических средств лечения [2, 6, 13].

Материалы и методы исследований

Исследования на токсоплазмоз крупного рогатого скота, свиней и мышевидных грызунов проводили в научном центре лабораторных исследований (НЦЛИ) и лаборатории паразитологии ФГБОУ ВО РГАУ с использованием стандартизированных методов. Кровь от животных для скрининга на специфические антитела и антигены токсоплазм получали в соответствии с общепринятыми методиками. После выдерживания в термостате при температуре 37° С в течение 2,5 часов сыворотки крови отделяли от сгустков фибрина и форменных элементов и центрифугировали 10 минут при 1500 об./мин.

При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы туш и органов свиней, крупного рогатого скота на бойнях и в убойном цехе животноводческих предприятий осуществляли взятие проб

сердца, селезенки, лимфатических узлов и головного мозга в соответствии с установленными правилами. Мышевидных грызунов (желтогорлая мышь, малая лесная мышь, рыжая полевка, малая бурозубка), отловленных в естественных биотопах на территории Окского государственного биосферного заповедника, исследовали методом полного гелиминтологического вскрытия с отбором внутренних органов (сердце, легкие, печень, селезенка) и головного мозга. В последующем из внутренних органов и головного мозга сельскохозяйственных животных и мышевидных грызунов изготавливали по два мазка – отпечатка, которые фиксировали 96%-м этиловым спиртом, окрашивали азур-эозином по Романовскому и микроскопировали с помощью иммерсионной системы для обнаружения трофозоитов и псевдоцист токсоплазм. Полученные из селезенки, лимфатических узлов и головного мозга гомогенаты подвергали фильтрации и пулы тканевой жидкости от каждого животного исследовали с помощью иммунохроматографического метода.

Компоненты для проведения ИХМ экспресс-теста изготавливали в НЦЛИ на основе токсоплазменных иммунных сывороток кроликов с применением нитроцеллюлозной мембраны Bio-Rad. Для проведения иммунохроматографического анализа использовали блоттинг-мембрану Bio-Rad из 100%-й нитроцеллюлозы, краситель, приготовленный на фосфатно-солевом буферном растворе (рН=7,2-7,4), позитивные токсоплазменные сыворотки крови кроликов, негативные кроличьи сыворотки, тканевую жидкость из гомогенатов внутренних органов и головного мозга исследуемых животных или сыворотки крови от них.

Всего исследовано: сывороток крови от крупного рогатого скота – 150 (15 – в возрасте от 14 мес. до двух лет, 135 – от двух до шести лет), от 50 свиней (40 свиноматок и 10 подсвинков в группе откорма I); пробы тканевой жидкости, полученные из гомогенатов внутренних органов, лимфатических узлов и головного мозга от 130 мышей и 10 свиней. Сыворотки крови исследовали с помощью двух методов: РНГА и ИХМ экспресс-теста.

Оптимальную концентрацию красителя устанавливали в опыте, апробируя в ИХМ разные разведения на фосфатно-солевом буферном растворе. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение концентрации красителя в ИХМ

Разведения красителя	Результаты исследований
1:5	Интенсивное окрашивание зоны "Оп" в темно-синий цвет, результат не распознается
1:10	Положительный результат: в зоне "Оп" две линии темно-синего цвета на светло-голубом фоне
1:20	Нечеткое светло-голубое окрашивание, результат почти не виден, в некоторых случаях две линии в зоне "Оп" отсутствуют

Имунохроматографический метод основан на принципе тонкослойной хроматографии и представляет собой взаимодействие белков – специ-

фических антигенов и комплементарных антител. Связывание белков (мембрано-цитоплазматических антигенов токсоплазм) на нитроцеллюлозной мем-



бране Bio-Rad происходит благодаря ее адсорбционным свойствам. При исследовании в ИХМ выделяются две зоны: опытная (Оп) и контрольная (К). Результаты ИХМ оценивали визуально через 5 минут после нанесения исследуемого материала на тест-полоски нитроцеллюлозной мембраны. Положительным результатом считали появления в зоне Оп двух параллельно расположенных линий темно-синего цвета на голубом фоне, а в контрольной – К отсутствие линий или наличие одной, соответствующей спектру глобулиновой фракции нормальной сыворотки крови (рис. 1).

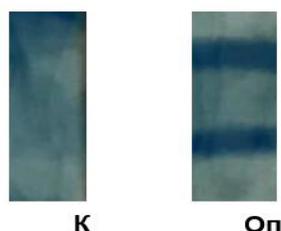


Рис. 1 – Результаты исследований с помощью иммунохроматографического метода на антигены *Toxoplasma gondii* (экспериментальные данные)

Результаты исследований и обсуждение

При анализе статистических данных клинических больниц г. Рязани установлены единичные случаи заболевания людей токсоплазмозом на территории Рязанской области, без госпитализации и летальных исходов. Латентные формы токсоплазмоза зарегистрированы среди детей, молодых людей до 17 лет, а также у беременных женщин при массовом скрининге, обязательном в первом триместре беременности.

По данным журнала регистрации паразитарных болезней в ГБУ РО Рязанская областная ветеринарная лаборатория исследования кошек на токсоплазмоз проводятся нерегулярно.

Исследования на токсоплазмоз сывороток крови сельскохозяйственных животных в Рязанской области с помощью иммунохроматографического метода показали следующие результаты: свиньи – ЭИ=34%, крупный рогатый скот – ЭИ=26%. Результаты ИХМ на токсоплазмоз при исследовании животных разных возрастных групп отличаются. Данные серологического скрининга представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследований в ИХМ сывороток крови свиней и крупного рогатого скота разного возраста

Вид животного	Пол/возраст	Количество		ЭИ, %
		исследованных	серопозитивных	
Крупный рогатый скот	Нетели от 16 мес. до 2,5 лет	15	2	13,3
"	Коровы от 3 до 6 лет	55	13	23,6
Свиньи	Свиноматки от 1,5 до 5 лет	23	10	43,4
"	Поросята от 2,5 до 6 месяцев	42	4	9,5

Полученные результаты свидетельствуют о более высоких показателях серопозитивности на токсоплазмоз у взрослых животных по сравнению с молодняком: коровы – 23,6%, нетели – 13,3%, свиноматки – 43,4%, поросята и подсвинки от 2,5 до 6 месяцев – 9,5%.

Из анамнеза случаев положительных результатов ИХМ на токсоплазмоз следует, что у свиноматок достаточно часто отмечаются аборт и бесплодие, а приплод, полученный от них, с признаками гермафродитизма.

При изучении особенностей эпизоотического

процесса токсоплазмоза в зависимости от сезона года выяснено, что среди крупного рогатого скота увеличение количества серопозитивных животных наблюдается в весенне-летний период (рис. 2).

Аналогичная закономерность сезонной динамики токсоплазмоза установлена в популяции мышевидных грызунов на территории Окского государственного биосферного заповедника. Максимальное количество положительных результатов на антитела к токсоплазмам в ИХМ зарегистрировано в мае и июне.

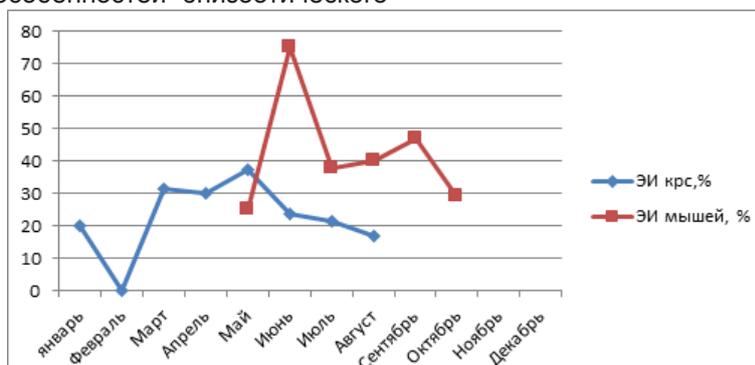


Рис. 2 – Положительные результаты ИХМ на токсоплазмоз у крупного рогатого скота и мышевидных грызунов в разные месяцы (2016-2018 гг.)



Среди продуктивных животных (крупный рогатый скот) в весенний период, вследствие гиповитаминозов, вероятны случаи реактивации латентного токсоплазмоза, что подтверждается положительными результатами ИХМ (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели серопозитивности на токсоплазмоз у крупного рогатого скота по месяцам года (2018 г.)

Месяц	Количество		ЭИ, %
	исследованных	серопозитивных	
Январь	10	2	20
Февраль	15	0	-
Март	32	10	31,2
Апрель	10	3	30
Май	40	15	37,5
Июнь	17	4	23,5
Июль	14	3	21,4
Август	12	2	16,6

Скрининг на токсоплазмоз с помощью ИХМ показал серопозитивные результаты у 31,5% мышевидных грызунов. При вскрытии и подробном исследовании вышеуказанных мышей в 23% слу-

чаев выявлен гермафродитизм, а у трех микромаммалий – недоразвитие половых органов, что свойственно патологии токсоплазмозной этиологии. Полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Случаи гермафродитизма у мышевидных грызунов с положительными результатами ИХМ на токсоплазмоз

Вид животного	Количество исследованных	Число животных и признаки гермафродитизма	ЭИ, %
Желтогорлая мышь	93	15	21,5
Малая лесная мышь	33	5	36,3
Рыжая полевка	3	-	-

Условные обозначения: «-» – не обнаружено

Изучение эпизоотического процесса токсоплазмоза в популяции мышевидных грызунов с использованием варианта ИХМ для выявления антигенов *Toxoplasma gondii* в гомогенатах из головного мозга, селезенки и лимфатических узлов позволило установить максимальный пик зараженности в сентябре-октябре, то есть в период сезонной миграции. Результаты исследований представлены в таблице 5

Таблица 5 – Показатели зараженности мышевидных грызунов *Toxoplasma gondii* в разные месяцы года по результатам исследований в ИХМ на антигены

Месяцы года	Количество исследованных мышей	Число инвазированных	ЭИ, %
Май	12	3	25
Июнь	12	9	75
Июль	21	8	38
Август	15	6	40
Сентябрь	32	15	46,8
Октябрь	38	11	28,9

При иммунохроматографическом исследовании тканевой жидкости, полученной из гомогенатов головного мозга, селезенки и лимфатических узлов мышей, получены положительные результаты соответственно в 42% и 27% случаев. С помощью ИХМ экспресс-теста на антигены у 20% свиней *Toxoplasma gondii* обнаружены в головном мозге и у 10% – в селезенке.

Проведенный эпизоотологический мониторинг по токсоплазмозу крупного рогатого скота, свиней и мышевидных грызунов на территории Рязанской области позволил установить его широкое распро-

странение. По результатам ИХМ экспресс-теста и РНГА антигены *Toxoplasma gondii* и антитела к ним выявлены у 39 из 150 коров (ЭИ=26%), у 17 из 50 свиней (ЭИ=34%) и у 52 из 130 мышевидных грызунов (ЭИ=40%). Чувствительность ИХМ экспресс-теста определяли, исследуя параллельно положительные образцы с помощью РНГА с антигенными эритроцитарными диагностикумами на основе токсоплазменных иммунореагентов. В ходе исследований установлено, что ИХМ экспресс-тест является информативным, эффективным методом диагностики токсоплазмоза. Иммунохрома-



тографический метод рекомендуется применять при выполнении комплексных профилактических, ветеринарно-санитарных и оздоровительных мероприятий на животноводческих предприятиях, неблагополучных по токсоплазмозу.

Иммунохроматографический метод в виде экспресс-теста можно использовать для выявления антигенов токсоплазм в тканях и органах убойных животных на мясоперерабатывающих предприятиях, бойнях, в лабораториях ветеринарно-санитарной экспертизы, а также при проведении эпизоотологического мониторинга в автохтонных природных очагах по результатам исследований мышевидных грызунов-резервуаров возбудителей токсоплазмоза.

Заключение

Токсоплазмоз, как потенциально опасный зооноз, при снижении популяционного иммунитета сельскохозяйственных, диких, синантропных животных, может протекать в форме энзоотий и спорадических случаев острого заболевания у людей. Особенно опасны оппортунистические вирусные, бактериальные инфекции и протозойные инвазии (пневмоцистоз, криптоспориоз), возникающие на фоне иммунодефицитных состояний и осложняющие их.

Анализ ситуации по токсоплазмозу животных в Рязанской области показывает достаточно широкое его распространение, нерегулярные исследования в рамках ветеринарных лабораторий и отсутствие какого-либо скрининга при ветеринарно-санитарной экспертизе и санитарной оценке продукции на мясоперерабатывающих предприятиях. В условиях бойни, крупного мясокомбината или убойного цеха животноводческого предприятия целесообразно применять экспресс-тесты, такие как иммунохроматографический метод вместо серологических, достаточно трудоемких реакций РНГА, ИФА. Иммунохроматографический метод позволяет исследовать на антигены токсоплазм большое количество проб материала за короткий период (на один анализ затрачивается 5 минут). Для послеубойной диагностики токсоплазмоза животных в качестве исследуемого материала следует брать образцы головного мозга, паренхиматозных органов (селезенки, печени), сердца, соматической мускулатуры и лимфатических узлов. Сопоставление известных методов диагностики токсоплазмоза (РНГА, световой микроскопии окрашенных мазков отпечатков из внутренних органов) позволило установить, что ИХМ экспресс-тест имеет высокую диагностическую ценность, доступен для практикующих ветеринарных врачей, не требует специального оборудования и особых навыков лаборанта-исследователя.

В хозяйствах условно благополучных по токсоплазмозу два раза в год следует проводить эпизоотологический мониторинг по токсоплазмозу с использованием ИХМ экспресс-теста. В свиноводческих хозяйствах рекомендуется выполнять ис-

следования животных всех возрастных, технологических групп (свиноматки, хряки, молодняк всех возрастов групп).

Список литературы

1. Беспалова Н.С. Значение домашних плотоядных в поддержании токсоплазмоза на территории Воронежской области / Н.С. Беспалова, Ю. И. Степкин, С.С. Катков // Ветеринарная патология. - 2016. - №3. - С. 17-23.
2. Беспалова Н.С., Катков С.С. Сопоставимость разных методов диагностики токсоплазмоза плотоядных // Молодой ученый. — 2016. — № 6. - С. 58-60.
3. Вершинин И.И. Токсоплазмоз кошек и собак / И.И. Вершинин, Н.В. Телятникова, В.И. Петренко // Ветеринарная клиника. - 2003. № 1. - С.12.
4. Доронин-Доргелинский Е.А. Распространение токсоплазмоза и саркоцистоза у человека и животных, правовое регулирование организации и борьбы с ними / Е.А. Доронин-Доргелинский, Т.Н. Сивкова // Российский паразитологический журнал. - 2017. - Т. 39 – Вып. 1. – С. 35-41.
5. Заводнова О.С. Врожденный токсоплазмоз / О.С. Заводнова, С.М. Безроднова, В.С. Боташева, Т.В. Кальная // Российский педиатрический журнал. - 2005. - №1. - С.13-16.
6. Новак М.Д. Токсоплазмоз / М.Д. Новак, А.И. Новак, С.Н. Королева // Научно-практическое издание. Кострома: Изд-во Костромской ГСХА. - 2005. - 99 с.
7. Новак М.Д. Паразитарные болезни животных / М.Д. Новак, А.И. Новак // Учебно-методическое пособие. Рязань, 2012. - 213 с.
8. Покровский В.В. Вич-инфекция: клиника, диагностика и лечение / В.В. Покровский, Т.Н. Ермак, В.В. Беляева, О.Г. Юрин // ГЭОТАР - МЕД. - М., - 2003. - 488 с.
9. Сивкова Т.И. Серозооотологические исследования при токсоплазмозе собак в г. Перми / Т.И. Сивкова, Н.Н. Катаева // Российский паразитологический журнал. М.: - 2008. - №3. - С. 60-62.
10. Соломатина М.А. Особенности эпизоотологии токсоплазмоза кошек в Липецке / М.А. Соломатина, Н.С. Беспалова // Международный студенческий научный вестник. - 2018. - №4 (4). - С. 575-578.
11. Степанова Н.И. Токсоплазмоз животных и человека / Н.И. Степанова, М.Г. Смайкина // Россельхозиздат М., 1970. - С. 6-11.
12. Тимофеев Б.А. Токсоплазмоз крупного рогатого скота: автореф. дисс. ... док. вет. наук: 03.00.19 / Ставрополь, 1975. - 44 с.
13. Шевкунова Е.А. Некоторые данные по обследованию сельскохозяйственных животных на токсоплазмоз / Е.А. Шевкунова, Н.К. Мищенко, Д.Н. Засухин // Журнал микробиол., эпидемиол. и иммунобиол., М., 1961. - № 6. - С. 125-128.
14. Dubey J.P. *Toxoplasma gondii* / J.P. Dubey // BMJ. - 2000. - V. 322. - P. 142-147.

IMMUNOCHROMATOGRAPHIC METHOD FOR THE DIAGNOSTIC OF TOXOPLASMOSIS

Nazarova Svetlana A., graduate student of department of epizootology, microbiology and parasitology, svetlanak9191@mail.ru.

Novak Mikhail D., Doctor of biology, Professor, professor of department of epizootology, microbiology and parasitology, peace100@mail.ru.

Ryazan State Agrrotechnological University Named after P.A. Kostychev



The purpose of the research was to develop an immunochromatographic diagnostic method (IHM) of toxoplasmosis and study its prevalence in commercial pig farms, dairy farms and among mouse-like rodents in the Ryazan region. The sensitivity and information content of IHM with the developed toxoplasma immunoreagents has been experimentally studied. Seroepizootological monitoring allowed us to establish high rates of extensiveness of invasion in toxoplasmosis of pigs, cattle and rodents, respectively, 34%, 26% and 40%, which confirms the potential threat of human infection. A comparative study of the sensitivity and informativity of IHM and PHA with *Toxoplasma gondii* membrane-cytoplasmic antigen, as well as when compared with the results of microscopic examination of smears - imprints from the brain and internal organs of pigs (in the slaughterhouses of the Ryazan region), mouse-like rodents (in the territory of Oksky State Biosphere Reserve) a higher diagnostic efficiency of the immunochromatographic method was established. IHM rapid test is highly specific, sensitive, accessible to practicing veterinarians, compact, not requiring special equipment in the formulation and special skills of the laboratory assistant - researcher. On the basis of the data obtained, the practical application of the immunochromatographic method in the complex of preventive and health-improving measures for toxoplasmosis, including at meat processing enterprises during the veterinary-sanitary examination of animal carcasses and organs, has been substantiated.

Key words: pigs, cattle, mice, immunochromatographic method, express - test, nitrocellulose membrane, *Toxoplasma gondii*.

Literatura

1. Bespalova N.S. Znachenije domashnikh plotoyadnykh v podderzhanii toksoplazmoza na territorii Voronezhskoy oblasti / N.S. Bespalova. Yu. I. Stepin. S.S. Katkov // Veterinarnaya patologiya. - 2016. - №3. - S. 17-23.
2. Bespalova N.S., Katkov S.S. Sopostavimost raznykh metodov diagnostiki toksoplazmoza plotoyadnykh // Molodoy uchenyy. — 2016. — № 6.5. — S. 58-60.
3. Vershinin I.I. Toksoplazmoz koshek i sobak / I.I. Vershinin. N.V. Telyatnikova. V.I. Petrenko // Veterinarnaya klinika. — 2003. № 1. — S. 12.
4. Doronin-Dorgelinskiy E.A. Rasprostraneniye toksoplazmoza i sarkotsistoza u cheloveka i zhivotnykh. pravovoye regulirovaniye organizatsii i borby s nimi / E.A. Doronin-Dorgelinskiy. T.N. Sivkova // Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal. — M., 2017. - T. 39 — №1. — S. 35-41.
5. Zavodnova O.S. Vrozhdennyy toksoplazmoz / O.S. Zavodnova. S.M. Bezrodnova. V.S. Botasheva. T.V. Kalnaya // Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal. — 2005. - №1. — S. 13-16.
6. Novak M.D. Toksoplazmoz / M.D. Novak. A.I. Novak. S.N. Koroleva // Kostroma: Izdatelstvo Kostromskoy GSKhA. 2005. — 99 s.
7. Novak M.D. Parazitarnye bolezni zhivotnykh / M.D. Novak, A.I. Novak // Uchebno-metodicheskoye posobiye. Ryazan', 2012. - 213 s.
8. Pokrovskiy V.V. Vich-infektsiya: klinika, diagnostika i lecheniye / V.V. Pokrovskiy. T.N. Ermak. V.V. Belyayeva. O.G. Yurin. — M., GEOTAR-MED. 2003. — 488 s.
9. Sivkova T.I. Seroepizootologicheskiye issledovaniya pri toksoplazmoze sobak g. Permi / T.I. Sivkova. N.N. Katayeva // Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal. — 2008. - №3. - S. 60-62.
10. Solomatina M.A. Osobennosti epizootologii toksoplazmoza koshek v Lipetske / M.A. Solomatina. N.S. Bespalova // Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik. — 2018. - №4 (4). — S. 575-578.
11. Stepanova N.I. Toksoplazmoz zhivotnykh i cheloveka / N.I. Stepanova. M.G. Smaykina // Moskva. — Rosselkhozizdat. 1970. — S. 6-11.
12. Timofeyev. B.A. Toksoplazmoz krupnogo rogatogo skota: avtoref. diss. ... doktora vet. nauk: 03.00.19 [Tekst] / Stavropol. 1975. — 44 s.
13. Shevkunova E.A., Mishchenko N.K., Zasukhin D.N. Nekotoryye dannyye po obsledovaniyu s/kh zhivotnykh na toksoplazmoz // Zhurnal mikrobiol., epidemiol. i immunobiol., M., 1961. № 6. - S. 125-128;
14. Dubey J.P. *Toxoplasma gondii* / J.P. Dubey // BMJ. — 2000. — V. 322. — P. 142-147.





УДК 633.85:631:526.32

**ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

ПРАХОВА Татьяна Яковлевна, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотрудник, prakhova.tanya@yandex.ru
ПРАХОВ Владимир Александрович, инженер-исследователь 1 категории, pravol1974@yandex.ru
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Целью исследований является комплексная оценка продуктивности новых сортов масличных культур семейства капустных в условиях Среднего Поволжья. Все масличные культуры в среднем за три года формировали высокую и стабильную урожайность в условиях Пензенского региона, что обуславливает актуальность их возделывания. Продуктивность их была высокой и варьировала в пределах от 1,52 до 2,64 т/га. Наиболее урожайными были крамбе абиссинская Полет и редька масличная Фиолина, урожайность которых составила 2,64 и 2,07 т/га. Наименьшая урожайность во все годы отмечена у сурепицы Лучистая и горчицы белой Люция – 1,52-1,63 т/га. Потенциал урожайности всех культур в 2016-2018 гг. был сравнительно высоким – 75,3-87,5%. Масличность достигала высоких значений у крамбе и сурепицы и составила 42,6 и 41,4%, которые существенно превышали все другие культуры на 1,7-10,7%. Валовой сбор масла варьировал в пределах 0,46-1,01 т/га. Проведена оценка культур по стабильности и адаптивности к условиям возделывания. Средний индекс стабильности культур варьировал в пределах 12,92-16,09%. Наиболее стабильными и пластичными культурами являются крамбе, рыжик и горчица, параметры экологической пластичности которых составили 0,98-1,03, критерий стабильности составил 0,07-0,10. Число стручков на одном растении варьировало от 134-152 у сурепицы Лучистая до 740-1146 штук – у крамбе Полет. Продуктивность одного растения составила 2,84-3,02 г у рыжика ярового и 10,1-11,9 г – у редьки масличной. Масса 1000 семян по культурам колебалась от 1,76-1,87 до 9,85-10,21 г, в зависимости от генотипа.

Ключевые слова: масличные культуры, сорта, урожайность, масличность, стабильность, пластичность, структура урожая

Введение

В условиях рынка для достижения рентабельности сельскохозяйственной отрасли необходимо расширять спектр выращиваемых культур, уделяя внимание тем из них, что пользуются постоянным и высоким спросом потребителей. В числе таких культур – масличные, урожай которых идет на пищевые, технические, кормовые и другие цели [1,2].

Однако необходимость диверсификации растениеводческой отрасли сельского хозяйства, увеличение производства масличного сырья для получения пищевых и технических растительных масел, для производства биодизельного топлива может привести к значительному изменению структуры посевных площадей под масличными культурами и определяют необходимость увеличения посевов именно капустных культур [3,4].

В этом отношении перспективны как распространенные культуры (рапс, сурепица, горчица), так и нетрадиционные, так называемые «нишевые культуры» – рыжик, редька масличная и крамбе абиссинская [5].

На сегодняшний день эти культуры перешли из разряда «экспериментальных» в категорию «интересных» сельскохозяйственным производителям как по экономическим, так и по агрономическим показателям, в качестве альтернативы традиционным масличным культурам [5,6].

В структуре посевов масличных культур значительный удельный вес занимают яровой рапс и подсолнечник, поэтому интродукция, расширение ассортимента масличных растений и подбор

новых высокопродуктивных культур и их сортов являются решающими факторами оптимизации системы сельхозпроизводства [3,6].

Биологические особенности крестоцветных культур позволяют выращивать их в широком диапазоне почвенно-климатических условий. Они хорошо адаптированы к возделыванию в регионах с высокой относительной влажностью воздуха и достаточным количеством осадков, с умеренными температурами в период вегетации. Эти культуры обладают значительным потенциалом продуктивности высококачественных маслосемян [7,12].

Заняв свою экологическую нишу в дополнение к традиционному подсолнечнику, капустные культуры существенно повысят стабильность производства масличного сырья многопланового использования.

Кроме того, данные культуры являются хорошими предшественниками для многих сельскохозяйственных растений, обладают фитосанитарным и сороочищающим действием, являются высокобелковым кормом для животных, незаменимы для обеспечения животноводства зелеными кормами до поздней осени в системе зеленого конвейера [1].

Повышение интереса к возделыванию крестоцветных масличных культур связано с выведением новых высокоурожайных сортов с высокой адаптацией к условиям возделывания, универсального многоцелевого назначения использования.

Комплексная оценка потенциала продуктив-



ности новых сортов масличных капустных культур в условиях Среднего Поволжья является актуальным вопросом и целью наших исследований.

Объекты и методика

Оценка продуктивности сортов масличных культур проводилась в 2016-2018 годах. Объектом исследований являлись яровой рапс, рыжик, сурепица, крэмбе абиссинская, горчица белая и редька масличная.

Годы исследований различались по агрометеорологическим условиям периода вегетации. 2018 год характеризовался остро-засушливыми условиями, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,4 единицы, при умеренно высоких среднесуточных температурах – 18,6-18,9° С и суммой активных температур от 1395 до 2226° С. В 2017 году период вегетации культур протекал в условиях обильного выпадения осадков при среднесуточных температурах 17,6° С, ГТК здесь составил 1,4. Наиболее благоприятным для развития масличных культур был 2016 год с умеренным увлажнением (ГТК 1,1) и суммой активных температур 2046,3° С.

Учет урожайности и анализ структуры урожая осуществляли согласно методическим рекомендациям по масличным культурам [8].

Статистическую обработку данных, доля вклада основных показателей структуры урожая в общую

продуктивность растений определяли по методике Б.А. Доспехова [9].

Параметры экологической стабильности и адаптивности – по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [10].

Критерий приспособленности сортов по отдельным элементам структуры определяли по методике, описанной О.А. Беленкевич [11].

Результаты исследований

Урожайность культуры – это результат взаимодействия всех количественных признаков растения с условиями внешней среды. Основной причиной колебания урожая является реакция культуры и ее сорта на изменение погодных условий в период вегетации и агротехнических приемов возделывания, которая обусловлена комплексом признаков генотипа [2,3].

Продуктивность масличных культур существенно различалась и варьировала в среднем за годы исследований в широких пределах от 1,52 до 2,64 т/га (табл. 1). Наиболее продуктивными были крэмбе абиссинская сорт Полет и редька масличная Фиолина, урожайность которых в среднем за три года составила 2,64 и 2,07 т/га, соответственно. Наименьшая урожайность во все годы отмечена у сурепицы Лучистая и горчицы белой Люция – 1,52-1,63 т/га.

Таблица 1 – Продуктивность сортов масличных культур (2016-2018 гг.)

Культура	Сорт	Урожайность, т/га	Масличность, %	Сбор масла, т/га	Потенциал урожайности, %
Рапс	Галант	1,71	40,2	0,61	75,3
Сурепица	Лучистая	1,52	41,4	0,56	79,2
Рыжик	Юбиляр	1,79	40,9	0,65	87,5
Крэмбе	Полет	2,64	42,6	1,01	81,9
Горчица	Люция	1,63	32,8	0,46	82,5
Редька	Фиолина	2,07	34,5	0,63	81,9
НСР ₀₅		0,11	1,17	0,06	–

Наиболее высокая урожайность всех изучаемых культур сформировалась в 2016 году при более благоприятных сочетаниях температурного и водного режимов и существенно превышала продуктивность культур в 2017 и 2018 годах при ГТК 1,4 и 0,4.

Реализация потенциала урожайности в условиях Среднего Поволжья у всех культур была сравнительно высокой, на уровне 75,3-87,5%. Наиболее высокий уровень реализации урожайности отмечен у рыжика ярового (87,5%).

Низкий процент реализации урожайности отмечен у рапса ярового 75,3%, несмотря на более высокую урожайность семян, что объясняется его слабой способностью противостоять действию различных биотических и абиотических стрессов.

Наибольшей масличностью обладали семена крэмбе и сурепицы – 42,6 и 41,4%, которые существенно превышали все другие культуры на

1,7-10,7%. Содержание жира в семенах рапса и рыжика было на одном уровне, и составило 40,2-40,9%.

Самые низкие показатели масличности отмечены у редьки и горчицы, содержание жира в семенах которых составило 34,5 и 32,8%, соответственно.

Валовой сбор масла определяется как урожай семян, так и содержанием жира в них. Поэтому, несмотря на то, что урожайность сурепицы ниже урожая горчицы, за счет более высокой масличности сбор масла у сурепицы составляет 0,56 т/га, что существенно превышает данный показатель у горчицы на 0,10 т/га.

При более высокой урожайности (2,07 т/га) редьки Фиолины и низкой масличности (34,5%) сбор масла у нее несущественно превышает выход масла у рыжика ярового Юбиляр: выход масла у редьки – 0,63 т/га, против 0,65 т/га – у рыжика, при более низкой урожайности семян (1,79 т/га).



Наибольший сбор масла зафиксирован у крамбе (1,01 т/га).

Оценка культур по приспособленности, стабильности и адаптивности к условиям возделывания

показала, что средний индекс стабильности культур варьировал в пределах 12,92-16,09% (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка масличных культур по пластичности и стабильности (2016-2018 гг.)

Культура	Сорт	Экологическая пластичность, b_i	Стабильность, σ_{dr}^2	Индекс стабильности, (ИССР), %	Общий критерий приспособленности, g/m^2
Рапс	Галант	1,13	0,29	13,38	30,8
Сурепица	Лучистая	1,08	0,18	12,92	31,2
Крамбе	Юбиляр	0,99	0,07	16,09	42,6
Рыжик	Полет	0,98	0,08	15,96	43,6
Горчица	Люция	1,03	0,10	14,21	39,3
Редька	Фиолина	1,07	0,12	14,32	35,8

Высокий данный показатель отмечен у крамбе и рыжика ярового 16,09 и 15,96%, соответственно. Это показывает высокий процент устойчивости сортов данных культур как в оптимальных, так и в экстремальных условиях выращивания, и способность их формировать стабильную урожайность.

Наиболее стабильными и пластичными культурами были крамбе, рыжик и горчица, параметры экологической пластичности которых более близки к единице и составили 0,99; 0,98 и 1,03 соответственно. Критерий стабильности данных культур был также высоким $\sigma_{dr}^2 = 0,07-0,10$, что показывает их высокую адаптивность к меняющимся условиям вегетации.

В целом, все культуры имели положительные значения общего критерия приспособленности к

условиям вегетации (30,8-43,6 g/m^2). Более высоким показателем приспособленности отличались крамбе абиссинская Полет (42,6 g/m^2) и рыжик яровой Юбиляр (43,6 g/m^2), которые обладали особой адаптивностью к условиям обитания, чувствительностью растений к отдельным температурным факторам в различные периоды онтогенеза.

Анализ структуры урожая показал, что наиболее существенное влияние на формирование продуктивности растений оказывают число кистей и стручков на одном растении, масса семян с одного растения и масса 1000 семян.

Наибольшей изменчивостью характеризовались число стручков на растении и масса семян с одного растения, коэффициент вариации которых составил 39,8 и 42,8% (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели варьирования элементов структуры урожая (min-max, 2016-2018 гг.)

Культура	Высота растения, см	Число стручков на растении	Число семян в стручке	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Рапс	107,1-116,5	135-162	17-24	3,39-6,72	3,15-3,39
Сурепица	117,4-124,6	134-152	17-19	3,20-5,29	2,86-3,09
Рыжик	92,3-95,6	213-225	14-18	2,84-3,02	1,76-1,87
Крамбе	111,9-115,3	740-1146	-	7,02-9,30	9,32-9,64
Горчица	114,1-116,3	116-124	6-7	6,84-7,49	6,12-6,42
Редька	123,8-126,7	156-191	5-7	10,1-11,9	9,85-10,21
C_v , %	15,8	39,8	21,3	42,8	7,8

Число стручков на одном растении варьировало, в среднем по культурам, от 134-152 у сурепицы яровой Лучистая до 740-1146 штук – у крамбе абиссинской Полет.

Продуктивность одного растения варьировала в широких пределах от минимального значения 2,84-3,02 г у рыжика ярового до 10,1-11,9 г – у редьки масличной.

Наиболее стабильными признаками являются масса 1000 семян и высота растения, коэффициент вариации которых составил 7,8 и 15,8%, соответственно.

Масса 1000 семян по культурам колебалась от 1,76-1,87 до 9,85-10,21 г, в зависимости от генотипа.

По высоте растений существенной разницы среди культур не было. Исключение составил рыжик яровой, высота которого составила 92,3-95,6 см. Наиболее высокой была редька масличная – 123,8-126,7 см.

Математическая обработка структуры урожая показала высокую зависимость урожайности от числа стручков на растении ($r = 0,81$) и от массы семян с одного растения ($r = 0,78$). Среднюю сопряженность урожайность имела с массой 1000 семян ($r = 0,42$) и с числом семян в одном стручке ($r = 0,39$), и слабую с высотой растений: $r = 0,19$. Зависимость урожайности от числа стручков на растении и семенной продуктивности одного растения представлены на рисунке 1.

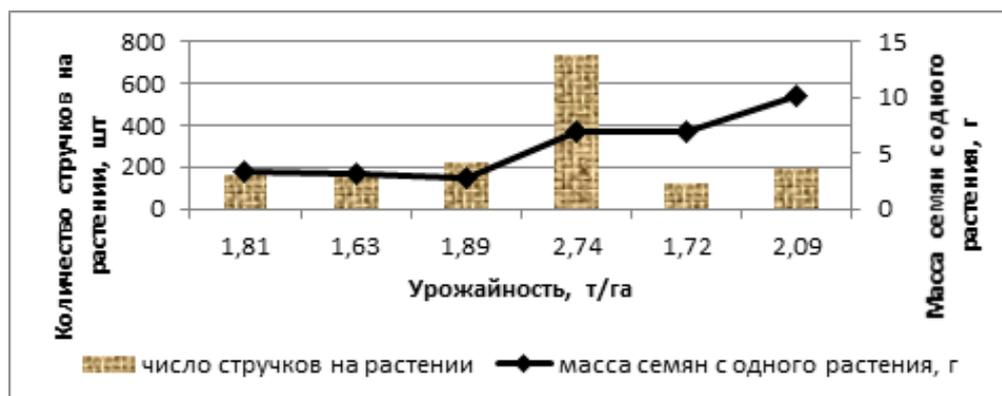


Рис. 1 – Зависимость урожайности культур от элементов структуры урожая

Дисперсионный анализ показал, что наибольший вклад в формирование урожайности вносит число стручков на растении, доля влияния которого составляет 38,9% (рис. 2).

Доля влияния продуктивности индивидуального растения была также высокой и составила 34,3%.

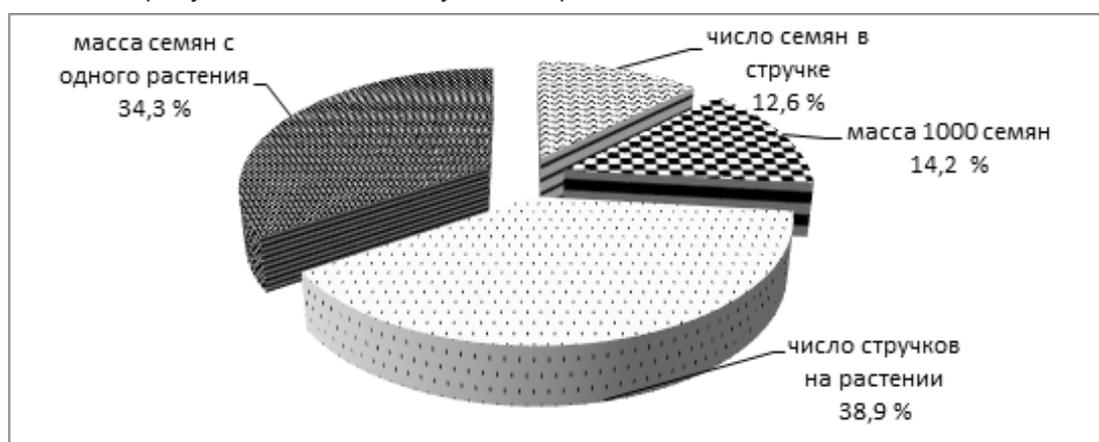


Рис. 2 – Доля влияния элементов структуры урожая на продуктивность культур

Соотношение числа семян в стручке и массы 1000 семян в конечную урожайность культур определялось показателями одного порядка – 12,6 и 14,2%.

По данным структуры урожая растений можно лишь выявить общие тенденции изменения продуктивности культур. Между основными элементами урожая в агроценозе существуют компенсаторные взаимосвязи и их вклад в конечную урожайность изменяется в зависимости от генотипа, окружающей среды, и показывает способность культур формировать стабильную урожайность семян.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования масличных культур показали, что все культуры формировали высокую и стабильную урожайность в условиях Среднего Поволжья, а именно в условиях Пензенского региона, что обуславливает актуальность их возделывания.

Наиболее урожайными были крамбе абиссинская Полет и редька масличная Фиолина, продуктивность которых в среднем за три года превышала отметку в 2 тонны и составила 2,64 и 2,07 т/га. Наибольшей масличностью обладали семена крамбе Полет и сурепицы сорта Лучистая – 42,6 и 41,4%, которые существенно превышали все дру-

гие культуры на 1,7-10,7%. Содержание жира в семенах рапса Галант и рыжика Юбилар в среднем составляла 40,2-40,9%.

Наиболее стабильными и пластичными культурами являются крамбе, рыжик и горчица ($b_i=0,98-1,03$; $\sigma_{dr}=0,07-0,10$), которые отвечают высоким требованиям пластичности, стабильности и адаптированности к условиям возделывания.

Увеличение биоразнообразия позволит существенно увеличить площади возделывания и объемы производства масличных культур, снизить при этом агроэкологическую напряженность и расширить ассортимент продукции для различных целей использования.

Список литературы

1. Виноградов, Д.В. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области/ Д.В. Виноградов, П.Н. Ванюшин // Вестник Рязанского ГАУ. – 2012. - № 1 (13). – С. 62-65.
2. Гущина, В.А. Биоразнообразие сельскохозяйственных растений: учебное пособие / В.А. Гущина, А.С. Лыкова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 208 с.
3. Кшникаткина, А.Н. Агроэкологическое изучение масличных культур семейства Brassicaceae в условиях среднего Поволжья/А.Н. Кшникаткина,



Т.Я. Прахова, А.П. Крылов // Нива Поволжья. – 2018. - № 1 (46). – С. 54-60.

4. Уханова, Ю.В. Сравнительная оценка свойств растительных масел, используемых в качестве биодобавки к нефтяному дизельному топливу/Ю.В. Уханова, А.А. Воскресенский, А.П. Уханов // Нива Поволжья. – 2017. - № 2 (43). – С. 98-105.

5. Прахова, Т.Я. Масличные культуры семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья. Монография/Т.Я. Прахова, В.А. Прахов. – Пенза, РИО ПГАУ, 2018. – 220 с.

6. Филатова, О.И. Масличные культуры в Рязанской области/И.О. Филатова, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов// Сб. мат. конференции «Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем, актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». – Рязань, 2018. – С. 104-108.

7. Турина, Е.Л. Интродукция новых масличных культур в полеводстве Крыма/ Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич// Сб. мат. конференции «Научно-практи-

ческие аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур». – Рязань, 2016. – С.269-275.

8. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами – Краснодар: ВНИИМК, 2007. – 113 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Кильчевский, А.В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений/ А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск, 2008. – Т. 1. – С. 50-56.

11. Беленкевич О.А. Физиолого-генетические аспекты взаимосвязей между растениями ярового ячменя в моноценозе // Сельскохозяйственная биология. – 2002. - № 3. – С. 57-61.

12. Mostofa, U.H.. Performance of Rapeseed and Mustard (Brassica sp.) Varieties/ U.H. Mostofa, I. Nazrul, K. Monjurul, H.M. Noor // Agricultural Research & Technology. – 2016. – June. - V. 1 (5). – P. 001-006.

ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY VARIETIES OF OLIVE CULTURES IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Prahova Tatiyana Ya. doctor of agricultural sciences, Chief Researcher, FSBRI «Federal Research Center for Bast Fiber Crops», prakhova.tanya@yandex.ru

Prahov Vladimir A. Category 1 research engineer, FSBRI «Federal Research Center for Bast Fiber Crops», pravol1974@yandex.ru

The purpose of the research is a comprehensive assessment of the productivity of new varieties of oilseeds of the family of Brassicaceae in the Middle Volga region. All oilseeds on average for three years formed a high and stable yield in the conditions of the Penza region, which determines the relevance of their cultivation. Their productivity was high and ranged from 1.52 to 2.64 t / ha. The most fruitful were *Crambe abyssinica* Polet and *Raphanus sativus* Fiolina, the yield of which was 2.64 and 2.07 t / ha. The smallest yield in all years was observed in *Brassica rapa* Luchistaya and of *Sinapis alba* Lyutsiya - 1.52-1.63 t / ha. Yield potential of all crops in 2016-2018 in was relatively high - 75.3-87.5%. The oil content reached high values of *Crambe* and *rapa* and amounted to 42.6 and 41.4%, which significantly exceeded all other cultures by 1.7-10.7%. Gross oil collection varied in the range of 0.46-1.01 t / ha. The assessment of crops on the stability and adaptability to the conditions of cultivation. The average index of the stability of crops varied from 12.92-16.09%. The most stable and plastic cultures of the *Crambe*, *Camelina* and *Sinapis alba*, the parameters of environmental plasticity of which were 0.98-1.03, the stability criterion was 0.07-0.10. The number of pods of one plant varied from 134-152 in *rapa* Luchistaya to 740-1146 pieces – the *Crambe* Polet. The productivity of one plant was 2.84-3.02 g of the *Camelina sativa* and 10.1-11.9 g for radish oil. The mass of 1000 seeds per crop varied from 1.76-1.87 to 9.85-10.21 g, depending on the genotype.

Key words: oilseeds, varieties, yield, oil content, stability, plasticity, crop structure

Literatura

1. Vinogradov, D.V. Perspektivy i osnovnye napravleniya razvitiya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Rjazanskoj oblasti/ D.V. Vinogradov, P.N. Vanjushin // Vestnik Rjazanskogo GAU. – 2012. - № 1 (13). – S. 62-65.

2. Gushhina, V.A. Bioraznoobrazie sel'skohozjajstvennykh rastenij: uchebnoe posobie / V.A. Gushhina, A.S. Lykova. – Penza: RIO PGSHA, 2015. – 208 s.

3. Kshnikatkina, A.N. Agrojekologicheskoe izuchenie maslichnykh kul'tur semejstva Brassicaceae v uslovijah srednego Povolzh'ja/A.N. Kshnikatkina, T.JA. Prahova, A.P. Krylov // Niva Povolzh'ja. – 2018. - № 1 (46). – S. 54-60.

4. Uhanova, JU.V. Sravnitel'naja ocenka svoystv rastitel'nykh masel, ispol'zuemykh v kachestve biodobavki k nefljanomu dizel'nomu toplivu/JU.V. Uhanova, A.A. Voskresenskij, A.P. Uhanov // Niva Povolzh'ja. – 2017. - № 2 (43). – S. 98-105.

5. Prahova, T.JA. Maslichnye kul'tury semejstva Brassicaceae v uslovijah Srednego Povolzh'ja. Monografija/T.JA. Prahova, V.A. Prahov. – Penza, RIO PГАU, 2018. – 220 s.

6. Filatova, O.I. Maslichnye kul'tury v Rjazanskoj oblasti/I.O. Filatova, E.I. Lupova, D.V. Vinogradov// Sb.



mat. konferencii «Integracija nauchnyh issledovanij v reshenii regional'nyh jekologicheskikh i prirodohrannyh problem, aktual'nye voprosy proizvodstva, hranenija i pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii». – Rjazan', 2018. – S. 104-108.

7. Turina, E.L. Introdukcija novyh maslichnyh kul'tur v polevodstve Kryma/ E.L. Turina, R.A. Kulinich// Sb. mat. konferencii «Nauchno-prakticheskie aspekty tehnologij vozdeľyvanija i pererabotki maslichnyh i jefiromaslichnyh kul'tur». – Rjazan', 2016. – S.269-275.

8. Metodika provedenija polevyh i agrotehnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami – Krasnodar: VNIIMK, 2007. – 113 s.

9. Dosepov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

10. Kil'chevskij, A.V. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij. Obshhaja genetika rastenij/ A.V. Kil'chevskij, L.V. Hotyleva. – Minsk, 2008. – T. 1. – S. 50-56.

11. Belenkevich O.A. Fiziologo-geneticheskie aspekty vzaimosvjazej mezhdru rastenijami jarovogo jachmenja v monocenoze //Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2002. - № 3. – S. 57-61.

12. Mostofa, U.H.. Performance of Rapeseed and Mustard (Brassica sp.) Varieties/ U.H. Mostofa, I. Nazrul, K. Monjurul, H.M. Noor // Agricultural Research & Technology. – 2016. – June. – V. 1 (5). – P. 001-006.



АМИНОКИСЛОТНЫЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ В ПРОЦЕССЕ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ПРУДНИКОВ Анатолий Дмитриевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры агрономии, землеустройства и экологии, prudnikov_47@mail.ru

КУРЯТОВ Павел Александрович, аспирант, pavel.kuraytov@mail.ru
ФГБОУВО Смоленская ГСХА

Стимуляторы роста, а точнее, регуляторы роста в последнее время приобретают все большую популярность. Стимуляторы роста обеспечивают повышенное качество сельхозпродукции. Экономические выгоды от использования синтетических стимуляторов роста многократно превышают затраты на их приобретение. Целью исследований являлось изучение эффективности ряда аминокислотных биостимуляторов на раннеспелых гибридах кукурузы в условиях западной части Нечерноземной зоны РФ. В конце вегетационного периода проводили оценку качества зеленой массы кукурузы, используя действующие государственные стандарты: органолептические показатели, период вегетации растений, ботанический состав по ГОСТ 23628-90; динамику морфометрических показателей изучали по высоте, площади листовой поверхности и массе растений. Агрохимический анализ почвы проводили в начале и в конце вегетационного сезона: гумус по Тюрину, рН солевой вытяжки электрометрическим методом, подвижный фосфор по Кирсанову (ЦИНАО), обменный калий на пламенном фотометре (ЦИНАО). В статье представлены результаты трехлетних исследований по воздействию различных физиологически активных веществ на продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы. Опрыскивание растений аминокислотными биостимуляторами и физиологически активными веществами проводилась в фазу 5-6 листьев. Установлено, что применение Амино-Цинка, Фертигрейн Фолиана и Биостим Роста, обеспечивало достоверную прибавку урожайности. В условиях Смоленской области для выращивания кукурузы на силос по зерновой технологии наиболее целесообразно использовать раннеспелые гибриды Воронежский 160 СВ и П 7054, т.к. они легче переносят колебания погодных условий весеннего периода и довольно продуктивны – 8,6 и 6,6 т/га сухого вещества, соответственно, у гибридов Воронежский 160 СВ и П 7054. Изучаемые биостимуляторы обеспечивали высокий и устойчивый уровень урожайности по годам. Лучшими из них были Амино Цинк: 10,6-11,7 т/га; Биостим Рост: 8,7-10,63 т/га и Фертигрейн Фолиан: 9,1-11,6 т/га сухого вещества.

Ключевые слова: кукуруза, раннеспелые гибриды, биологически активные вещества.

Введение

В сельском хозяйстве одной из важнейших проблем является снижение плодородия почвы, которое влечет за собой снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Для того чтобы восполнить в почве и в растениях недостаток питательных веществ, необходимо применение органоминеральных удобрений – самой эффек-

тивной на сегодняшний день подкормки сельскохозяйственных культур [1,2,4].

Приход в Смоленскую область крупных инвесторов типа «Мираторг» способствует расширению посевов интенсивных кормовых культур, к которым по праву относятся и кукуруза [9,10]. Несмотря на появление скороспелых гибридов, достигающих практически в любой год фазы вос-



ковой спелости зерна, сдерживающим фактором расширения посевов этой ценной кормовой культуры в Смоленской области остается дефицит тепла и кратковременные понижения температуры в начале вегетации кукурузы до 0° С и ниже. Температурный стресс заметно снижает урожайность культуры и практически всегда – качество полученного корма [3,6,7].

Исследования ряда ученых показывают, что уменьшить последствия стрессов можно путем обработки растений различными биостимулирующими препаратами, к числу которых можно отнести и аминокислотные биостимуляторы. Биостим – регулятор роста природного происхождения, представляет собой комплекс фитогормонов ауксиновой и гиббереллиновой природы [11].

Опыты показали, что применение аминокислотных стимуляторов, полученных из растительного природного сырья, позволяет увеличить потенциал продуктивности этой культуры и при благоприятных условиях погоды. Важным моментом является и то, что снижается химическая нагрузка на агроэкосистемы [5,8].

Цель исследования

Исследования направлены на изучение эф-

фективности ряда аминокислотных биопрепаратов на раннеспелых гибридах кукурузы в условиях западной части Нечерноземной зоне РФ.

Объекты и методы исследования

Опыт проводился в 2016-2018 гг. на опытном поле Смоленской ГСХА на легкосуглинистых дерново-подзолистых почвах. Раннеспелые гибриды кукурузы П7054 и Воронежский 160 СВ возделывали в севообороте, предшественниками являлись многолетние травы, яровые зерновые, кукуруза.

В 2016 году опыты проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой средне окультуренной почве со следующими агрохимическими свойствами: гумус – 2,03%, рН – 5,63, подвижный фосфор – 145 и обменный калий – 110 мг/кг. Предшественник – многолетние травы.

В 2017-18гг. – на опытном участке 2, на слабоокультуренной почве с содержанием гумуса 1,79%, рН – 4,95, подвижного фосфора – 107 и обменного калия – 62 мг/кг по яровым зерновым, а в 2018 году по кукурузе повторно.

Схема опыта в 2016-18 гг. включала следующие варианты (табл. 1):

Таблица 1 – Схема опыта

Фактор А – Гибрид	Фактор В – Физиологически активные вещества	Доза внесения	Сроки внесения	Кратность обработок
I. Воронежский 160 СВ II. П7054	1. Контроль	1,0 л/га	4-5 листьев	однократная
	2. Фертигрейн Фолиан	0,8 л/га	4-5 листьев	однократная
	3. Амино-Цинк	0,8 л/га	4-5 листьев	однократная
	4. Биостим кукуруза	1,0 л/га	4-5 листьев	однократная
	5. Биостим Универсал	0,8 л/га	4-5 листьев	однократная
	6. Биостим Рост	0,8 л/га	4-5 листьев	однократная
	7. Интермаг профи кукуруза	0,8 л/га	4-5 листьев	однократная
	8. Ультромаг Бор	0,8 л/га	4-5 листьев	однократная
	9. Ультромаг Хелат Цинк	1,0 кг/га	4-5 листьев	однократная

Повторность опыта четырехкратная, площадь учетной делянки 20м². Исследования проводили по общепринятым методикам, учет урожая – сплошным методом.

Кукуруза выращивалась на силос по зерновой технологии, т.е. уборка проводилась в фазу восковой спелости зерна. В сентябре на участке проводили зяблевую вспашку, весной под культивацию вносили минеральные удобрения в дозе N₆₀P₄₈K₄₈.

Посев проводили сеялкой Amasone-3000 с междурядьями 72 см. Высевали 80 тысяч всхожих семян на 1 га раннеспелых гибридов кукурузы с ФАО 160 [2].

В 2016 и 2018гг. температурный режим и количество осадков были благоприятны для кукурузы и к середине сентября отмечена восковая спелость зерна. Погодные условия в 2017 году были

неблагоприятными, так как в июне температура бала ниже среднемноголетней на 2,2° С, в середине месяца ночные температуры снижались до -1° С, что привело к изреживанию посевов и замедлению темпов роста и развития кукурузы. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [10].

Результаты исследования

Посев проводился в 2016 году 12 мая, в 2017 году 17 мая, в 2018 – 10 мая. Для посева использовались высококачественные семена. Масса 1000 семян изменялась со 218 г у Воронежского 160СВ до 226 г у П7054 с лабораторной всхожестью 100%.

Проверка качества размещения семян и анализ появившихся всходов позволяют отметить, что сеялка обеспечивала равномерное размеще-



ние семян в рядке с расстоянием 16,8-18,5см.

В 2016 году складывалась достаточно благоприятная погода: температура в мае, июле и августе превышала среднемноголетнюю на 1,5-0,5° С, сумма осадков была близка к среднемноголетним показателям.

В 2017 г. складывались необычные для области погодные условия, когда в начале вегетационного периода ночные температуры были ниже 5-6° С, а в июне в отдельные ночи на почве наблюдались заморозки. В июле-августе температурный режим был близок к норме, в сентябре отмечалось избыточное выпадение осадков.

В 2018 г сложилась достаточно благоприятная погода: температура в мае, июле и августе была близка к оптимальной температуре для роста и развития растений кукурузы. Осадки распределялись крайне неравномерно, в июне и августе их выпало меньше нормы, в июле количество осадков превышало среднемноголетние показатели в 2,3 раза.

Для борьбы с сорняками в фазу 4-5 листьев была проведена обработка посевов гербицидом МайсТер Пауер в дозе 1,25 л/га. В 2016 году она проводилась 1 июня, в 2017 году 12 июня, в 2018 г. 5 июня.

В 2016г. полевая всхожесть была высокой, приближаясь к 90%. В 2017 году она была ниже на 12-15%. В 2018 году полевая всхожесть составила 92%. Опрыскивание растений аминокислотными биостимуляторами и физиологически активными веществами проводилась в фазу 5-6 листьев: в 2016 году – 10 июня, в 2017 году – 3 июля, в 2018 году – 21 июня.

Наблюдение за ростом и развитием гибридов кукурузы в вариантах при использовании аминокислотных биостимуляторов показали изменения биометрических характеристик растений. Применение аминокислотных биостимуляторов достоверно приводило к увеличению средней высоты растений на 33 см у гибрида Воронежский 160 СВ и на 30 см у П7054. Аналогичная закономерность выявлена при формировании максимальной площади листовой поверхности растений кукурузы, обеспечив прибавку по отношению к контролю в среднем на 4,9 тыс. м/га на гибриде Воронежский 160 СВ и на 4,1 тыс. м/га на гибриде П 7054.

Погодные условия и изучаемые препараты

оказали заметное влияние на величину урожая гибридов кукурузы по отношению к контролю (таблица 2).

Изучаемые препараты оказали заметное влияние на формирование агроценозов кукурузы, Отмечен более мощный габитус гибрида Воронежский 160 СВ. В результате этого урожайности в контрольном варианте было достоверно выше, чем у П 7054: в 2016г на 3,2 т/га, в 2017 – на 1,7, в 2018 – на 1,9т/га.

Обработка растений кукурузы различными препаратами оказывала неодинаковое влияние на урожайность культуры. Достоверное увеличение урожайности как в благоприятном 2016 году, так и в неблагоприятном 2017 наблюдалось при использовании Фертигрейн Фолиан и Амино-Цинк. Оно составляло соответственно 18,4 и 25,2% в 2016г, 32,5 и 29,9% в 2017г.

В 2016г. достоверная прибавка наблюдалась также при обработке растений Биостим Рост и Ультромаг Бор. Рост урожайности составлял 9,7 и 11,6% по сравнению с контролем. Остальные препараты не оказывали влияния на сбор корма. В 2017 г. прибавка урожая была получена лишь при обработке растений Биостим Рост (+ 18,2%).

Обработка посевов гибрида П 7054 аминокислотными биостимуляторами в 2016 году обеспечивала достоверную прибавку урожая сухого вещества в пределах 2,4 (33,8%) - 4,8 т/га (67,6%). Наибольшее увеличение урожайности отмечалось при использовании Амино-Цинк и Фертигрейн Фолиан.

В 2017г. эффективность обработок была значительно ниже. Препараты Биостим кукуруза, Ультромаг Бор и УльтромагХелат Цинк не обеспечили достоверного увеличения урожайности гибрида П 7054.

Более низкую эффективность препарата в неблагоприятный по погодным условиям год можно объяснить тем, что созданный более мощный ассимиляционный аппарат функционировал в менее благоприятных температурных условиях. Второй причиной могло быть более низкое плодородие опытного участка 2.

В 2018 году сложились благоприятные погодные условия. Прибавку урожая обеспечили Биостим Рост (20,9%), Амино-Цинк(19,8%) и Фертигрейн Фолиан (21,5%).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества

Препарат	Урожайность зеленой массы (т/га)			Содержание сухого вещества (%)			Урожайность сухого вещества (т/га)			2016-2018 гг.
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
Воронежский 160 СВ										
Контроль (обработка водой)	29,5	23,5	24,0	34,86	32,89	32,0	10,3	7,7	7,8	8,6
Фертигрейн Фолиан	34,4	25,4	27,1	35,58	33,58	35,7	12,2	10,2	12,4	11,6
Амино-Цинк	36,4	28,4	30,2	35,45	35,42	39,8	12,9	10,1	12,1	11,7
Биостим кукуруза	31,4	23,4	24,9	32,87	30,87	32,5	10,3	7,2	8,3	8,6



Продолжение таблицы 2

Биостим Универсал	27,9	20,9	22,6	35,8	32,79	36,9	10,0	6,8	9,2	8,66
Биостим Рост	32,3	25,3	28,3	35,0	35,04	37,7	11,3	9,1	11,5	10,63
Интермаг профи кукуруза	31,2	25,2	28,1	34,5	32,43	35,1	10,8	8,2	10,0	9,66
Ультромаг Бор	32,3	23,3	24,6	35,6	31,6	34,5	11,5	7,4	10,1	9,66
Ультромаг Хелат Цинк	31,6	24,6	26,8	34,2	31,24	34,1	10,8	7,7	9,8	9,43
П 7054										
Контроль (обработка водой)	29,2	23,2	23,9	32,0	26,02	26,3	7,1	6,0	6,8	6,63
Фертигрейн Фолиан	32,4	24,4	28,6	35,2	29,29	34,3	12,5	8,0	11,7	10,73
Амино-Цинк	35,3	32,3	34,8	33,51	26,51	30,0	11,9	8,6	11,3	10,6
Биостим кукуруза	30,7	22,7	25,5	33,72	29,72	34,6	10,4	6,7	9,5	8,86
Биостим Универсал	30,5	21,5	24,7	33,5	32,52	36,7	10,2	7,0	9,3	8,83
Биостим Рост	33,2	26,1	29,5	32,9	27,9	31,2	10,9	7,3	10,9	9,7
Интермаг профи кукуруза	31,5	23,5	26,4	34,46	30,46	35,9	10,9	7,2	10,2	9,43
Ультромаг Бор	31,2	22,2	24,1	33,22	28,22	31,0	10,4	6,3	9,5	8,73
Ультромаг Хелат Цинк	29,1	20,1	23,6	32,5	27,54	30,1	9,5	5,5	9,5	8,16
НСР ₀₅ гибридов							0,8	0,7	0,9	0,8
НСР ₀₅ препаратов							0,9	0,8	1,0	0,9

Анализ данных по содержанию сухого вещества показал, что скороспелые гибриды Воронежский 160 СВ и П 7054 в благоприятный год к середине сентября достигают фазы восковой спелости и содержание сухого вещества даже превышает оптимум для заготовки силоса по зерновой технологии. По содержанию сухого вещества некоторое преимущество имел гибрид Воронежский 160 СВ.

Многолетними исследованиями установлено, что применение аминокислотных биостимуляторов Амино-Цинк, Биостим Рост, Фертигрейн Фолиан, как на гибриде Воронежский 160 СВ, так и на П 7054 улучшило структуру урожая, способствовало росту массы початка с зерном, увеличило число зерен в початке, выход зерна с початка, массу зерна с початка, что положительно сказалось на урожайности гибридов и эффективности их производства. Гибрид Воронежский 160 СВ при обработке Амино-Цинком обеспечил массу початка с зерном 311,6 г, число зерен в початке 720,2 шт, выход зерна с початка 84,2%, массу зерен с початком 260,4 г; масса 1000 зерен составила 338,5 г. Контроль показал массу початка с зерном 201,1 г, число зерен в початке 502,8 шт, выход зерна с початка 68,0%, массу зерен с початком 200,8 г; масса 1000 зерен составила 236,3 г.

Биостим Рост обеспечил массу початка с зерном 303,2 г, число зерен в початке 718,4 шт, выход зерна с початка 83,6%, массу зерен с початком 255,6 г; масса 1000 зерен составила 337,6 г. Фертигрейн Фолиан обеспечил массу початка с зерном 300,1 г, число зерен в початке 702,4 шт, выход зерна с початка 82,5%, массу зерен с початком 246,6 г; масса 100 зерен составила 330,1 г (табл. 3).

Гибрид П 7054 при обработке Амино Цинк обеспечил массу початка с зерном 305,0 г, число зерен в початке 718,8 шт, выход зерна с початка 81,8%, массу зерен с початком 250,6 г; масса 1000 зерен составила 337,8 г. При обработке Биостим Рост обеспечил массу початка с зерном 295,5 г, число зерен в початке 710,6 шт, выход зерна с початка 80,4%, массу зерен с початком 240,4 г; масса 1000 зерен составила 334,0 г. При обработке Фертигрейн Фолиан обеспечил массу початка с зерном 299,6 г, число зерен в початке 698,8 шт, выход зерна с початка 80,2%, массу зерен с початком 238,8 г; масса 1000 зерен составила 328,4 г. Контроль при этом обеспечил массу початка с зерном 206,0 г, число зерен в початке 508,4 шт, выход зерна с початка 65,6%, массу зерен с початком 201,4 г; масса 1000 зерен составила 238,9 г.

Таблица 3 – Влияние внесения аминокислотных биостимуляторов на показатели структуры урожая кукурузы, 2016-2018 гг.

Препарат	Высота растений см	Масса початка с зерном, г	Число зерен в початке, шт.	Выход зерна с початка, %	Масса зерен с початка, г	Масса 1000 зерен, г
Воронежский 160 СВ						
Контроль (обработка водой)	260,1	210,1	502,8	68,0	200,8	236,3



Фертигрейн Фолиан	310,9	300,1	702,4	82,5	246,6	330,1
Амино-Цинк	320,4	311,6	720,2	84,2	260,4	338,5
Биостим кукуруза	273,6	256,8	656,8	72,2	236,6	308,7
Биостим Универсал	271,8	257,0	670,6	72,0	230,6	315,2
Биостим Рост	313,8	303,2	718,4	83,6	255,6	337,6
Интермаг профи кукуруза	286,1	264,7	690,6	78,4	244,4	324,6
Ультромаг Бор	279,9	264,2	610,8	76,6	240,2	287,0
Ультромаг Хелат Цинк	293,3	270,8	692,8	80,0	248,8	325,6
П 7054						
Контроль (обработка водой)	256,6	206,0	508,4	65,6	201,4	238,9
Фертигрейн Фолиан	308,3	299,6	698,8	80,2	238,8	328,4
Амино-Цинк	315,4	305,0	718,8	81,8	250,6	337,8
Биостим кукуруза	268,6	259,3	650,4	74,4	236,6	305,7
Биостим Универсал	270,2	267,7	666,2	76,0	237,0	313,1
Биостим Рост	302,7	295,5	710,6	80,4	240,4	334,0
Интермаг профи кукуруза	279,7	271,3	684,4	78,2	238,6	321,7
Ультромаг Бор	268,7	269,9	674,8	72,4	230,8	317,1
Ультромаг Хелат Цинк	285,7	285,7	688,2	79,8	240,0	323,4

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. В условиях Смоленской области для выращивания кукурузы на силос по зерновой технологии наиболее целесообразно использовать раннеспелые гибриды Воронежский 160 СВ и П 7054, т.к. они легче переносят колебания погодных условий весеннего периода и довольно продуктивны – соответственно 8,6 и 6,6 т/га сухого вещества у гибридов Воронежский 160 СВ и П 7054.

2. Изучаемые биостимуляторы обеспечивали высокий и устойчивый уровень урожайности по годам. Лучшими из них были Амино Цинк: 10,6-11,7 т/га; Биостим Рост: 8,7-10,63 т/га и Фертигрейн Фолиан: 9,1-11,6 т/га сухого вещества.

Список литературы

1. Высокие урожаи кукурузы – инновации от «Щелково Агрохим» от 02.07.17. Режим доступа: <http://www.betaren.ru/prensa/194/>.

2. Региональная система земледелия Смоленской области / Смоленск, 2013. – 277 с.

3. Прудников, А.Д. Применение физиологически активных веществ при выращивании раннеспелых гибридов кукурузы в Смоленской области. // А.Д. Прудников / Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса. Мат 69 Межд науч.- практ. Конф.- Рязань.- 28.04.2018г.- Т.1.- С. 71-75

4. Рекомендации по возделыванию кукурузы на силос / А.Д. Прудников, Т.И. Рыбченко, А.Г. Прудникова. Смоленск, 2015.- 34с

5. Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Наумкин А.В.

Направления биологизации земледелия в Центральном ре-гионе // Земледелие. – 2010. - № 4. – С. 5–7

6. Бозиев, Х. К. Влияние разных видов минеральных и новых органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна гибридов кукурузы на черноземе выщелоченном: автореф. дис.... канд. с.-х. наук/Х.К. Бозиев.- Владикавказ. 2009.-22 с.

7. Сорные растения: справочное и учебно-методическое пособие / Под ред. К. С. Артохина. -М. Печатный Город, 2010. - 272 с.

8. Сотченко В. С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов / В. С. Сотченко // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. Материалы научно-практической конференции. / Под ред. В. С. Сотченко. - Пятигорск, ОАО Изд-во «Кавказская здравница», 2009. - С. 12 - 22.

9. Шпаар Д., Шлапунов В. Н., Постников А. Н., Щербаков В. А., Ястер К. и др. Кукуруза. Минск, «ФУАинформ» 1999, 192 с.

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — Москва: Агропромиздат, 2011. — 351 с.

11. Безуглова, О.С., Удобрения т стимуляторы роста / О.С. Безуглова // Серия «Подворье» Ростов-на-Дону: «Феникс», 2000-320 с.

12. Saatenunion (Hrsg.) Pro — Mais spezial. Qualitätsmanagement Silomais. Sortenwahl und Anbau. Hannover, 1994, 24 S.

**AMINO ACID BIOSTIMULANTS IN THE PROCESS OF GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF EARLY MATURING MAIZE HYBRIDS IN THE SMOLENSK REGION**

Prudnikov Anatoliy D., Doctor of Agricultural of Science, Professor FGBNU Smolensk State Agricultural Academy, prudnikov_47@mail.ru

Kuraytov Pavel A., Postgraduate student of the FGBNU Smolensk State Agricultural Academy, pavel.kuraytov@mail.ru

Growth stimulators, more precisely growth regulators, have recently become increasingly popular. Growth promoters provide improved quality of agricultural products. The economic benefits of using synthetic growth stimulants are many times higher than the costs of their acquisition. The aim of the research was to study the effectiveness of a number of amino acid biostimulants on early maturing maize hybrids in the Western part of the nonchernozem zone of the Russian Federation. At the end of the growing season, the quality of green mass of maize was assessed using current state standards: organoleptic indicators, the vegetation period of plants, botanical composition according to GOST 23628-90, the dynamics of morphometric parameters were studied in height, leaf surface area and mass of plants. Agrochemical soil analysis was performed at the beginning and at the end of the growing season: humus by Tyurin, pH of salt extraction by electrometric method, mobile phosphorus by Kirsanov (TsINAO), exchange potassium by flame photometer (TsINAO). The article presents the results of three-year studies on the impact of various physiologically active substances on the productivity of early-maturing maize hybrids. Spraying of plants with amino acid biostimulants and physiologically active substances was carried out in the phase of 5-6 leaves. The use of Amino-Zinc, Fertigen Foliara and Biostim Rost has provided a significant yield increase. In the conditions of the Smolensk region for the cultivation of corn for silage by grain technology, it is most advisable to use early-maturing hybrids Voronezskiy 160 SV and P 7054, because they more easily tolerate fluctuations in weather conditions of the spring period and are rather productive – 8.6 and 6.6 tons per hectare of dry matter respectively hybrid Voronezskiy 160 SV and P 7054. The studied biostimulants provided a high and stable level of yield over the years. The best of these was Zinc-Amino 10,6-11,7 tons per hectare; Biostim Rost of 8.7-of 10.63 tons per hectare and Fertigen Foliara from 9.1 to 11.6 tons per hectare of dry matter.

Key words: corn, early maturing hybrids, biologically active substances.

Literatura

1. Vysokie urozhai kukuruzy – innovacii ot «Shhelkovo Agrohim» ot 02.07.17. Rezhim dostu-pa: <http://www.betaren.ru/prensa/194/>.
2. Regional'naja sistema zemledelija Smolenskoj oblasti /Smolensk, 2013.- 277s.
3. Prudnikov, A.D. Primenenie fiziologicheski aktivnyh veshhestv pri vyrashhivanii rannespe-lyh gibridov kukuruzy v Smolenskoj oblasti.//A.D.Prudnikov / Innovacionnoe nauchno-obrazovatel'noe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. Mat 69 Mezhd nauch.- prakt. Konf.- Rja-zan'.- 28.04.2018g.- T.1.- S. 71-75
4. Rekomendacii po vzdelyvaniju kukuruzy na silos /A.D. Prudnikov, T.I. Rybchenko, A.G. Prudnikova/. Smolensk, 2015.- 34s
5. Naumkin V.N., Hlopjanikov A.M., Naumkin A.V. Napravlenija biologizacii zemledelija v Cen-tral'nom regione // Zemledelie. – 2010. - № 4. – S. 5–7
6. Boziev, X. K. Vlijanie raznyh vidov mineral'nyh i novyh organno-mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna gibridov kukuruzy na chernozeme vyshhelochennom: aztoref. dis.... kand. s.-h. nauk/X.K. Boziev.- Vladikavkaz. 2009.-22 s.
7. Sornye rastenija: spravochnoe i uchebno-metodicheskoe posobie / Pod red. K. S. Artovina. -M. Pechatnyj Gorod, 2010. - 272 s.
8. Sotchenko V. S. Perspektivy vzdelyvanija kukuruzy dlja proizvodstva vysokojenergeticheskikh kor-mov /V. S. SotchenkoU/Selekcija. Semenovodstvo. Tehnologija vzdelyvanija kukuruzy. Materialy na-uchno-prakticheskoi konferencii. /Pod red. V. S. Sotchenko. - Pjatigorsk, OAO Izd-vo «Kavkazskaja zdravnica», 2009. - S. 12 - 22.
9. Shpaar D., Shlapunov V. N., Postnikov A. N., Shherbakov V. A., Jaster K. i dr. Kukuruza. Minsk, «FUAinform» 1999, 192 s.
10. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dosphehov. — Moskva: Agropromizdat, 2011. — 351 s.
11. Bezuglova, O.S., Udobrenija t stimulatory rosta / O.S. Bezuglova // Serija «Podvor'e» Ros-tov-na-Donu: «Feniks», 2000-320 s.
12. Saatunion (Hrsg.) Pro — Mais spezial. Qualitätsmanagement Silomais. Sortenwahl und Anbau. Hannover, 1994, 24 S.



УДК 576.895.3

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАЗАРИТА РЫБ *LERNAEA SUPRINACEA* В ВОДОЕМАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

СЕИДЛИ Яшар Мадат оглы, канд.биол. наук, ст. научн. сотрудник Института Зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г.Баку, yashar.seyidli@mail.ru

ГУЛИЕВ Шукюр Аваз оглы, канд. биол. наук, доцент, ст. научн. сотрудник Института Зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г.Баку, sh.quliyew@mail.ru

НАСИРОВ Али Мамед оглы, д-р биол. наук, главный научн. сотрудник Института Зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г.Баку, nasirov.a50@mail.ru

Lernaea suprinacea Linnaeus, 1758 является одним из опасных паразитов среди рыб, обитающих в водоемах Азербайджана. Вызывая заболевание лернеоз у рыб, приносит ущерб рыбным хозяйствам. Болезнь в основном вызывают взрослые самки этих паразитов-ракообразных. Их паразитологическое исследование имеет большое теоретическое, практическое и хозяйственное значение. Болезнь, которую вызывают эти ракообразные, является очень опасной не только для рыб в искусственных водоемах, но и для тех рыб, которые живут в пресных природных водах. В последнее время паразит *Lernaea suprinacea* Linnaeus, 1758 представляет большую опасность. Этот паразит присутствует в некоторых водоемах Азербайджана, а информации о его биологии в литературе нет. В большинстве случаев болезнь лернеоз приводит к массовой гибели рыб. Заражение паразитами регистрировалось в начале июня; эксперименты проводились в июле с целью – выяснить, нужны ли в качестве хозяев для развития личинок другие организмы. У заболевших этой болезнью пресноводных рыб возникают дерматит и язвы, в результате чего снижается жизнеспособность рыб и они погибают. У зараженных рыб в жабрах образуется много слизи. Материалы для исследований были собраны из бассейна Средней Куры, Мингачаурского водохранилища и рыбных хозяйств. Для изучения распространения паразитов *Lernaea suprinacea* были проведены исследования у некоторых видов рыб, полученных из реки Средняя Кура и Мингачаурского водохранилища в 2014-2017 годы; полностью исследованы 122 рыбы 7 видов.

Ключевые слова: рыба, водоем, паразит, болезнь, заражение.

Введение

В последнее время паразит *Lernaea suprinacea* Linnaeus, 1758 является одним из опасных паразитов среди рыб, обитающих в водоемах Азербайджана, который еще больше расширяет свою зону обитания.

Эти паразиты, вызывая заболевание Лернеоз у рыб, приносят большой ущерб рыбным хозяйствам, в большинстве случаев приводя к массовой гибели промысловых рыб. Эту болезнь вызывают в основном взрослые самки паразита этих ракообразных. У заболевших этой болезнью пресноводных рыб возникают дерматит и язвы,

в результате чего снижается жизнеспособность рыб и они погибают.

Болезнь, которую вызывают эти ракообразные, является очень опасной не только для рыб в искусственных водоемах, но и для тех рыб, которые живут в пресных водах, и поэтому ее исследование имеет большое практическое и хозяйственное значение.

Различными авторами, выполнявшими исследования ранее, упоминаются сведения о паразите в некоторых водоемах Азербайджана [1-3,5,6,8-10], но информации о его биологии в научной литературе нет.



Принимая во внимание ущерб, причиняемый природным водохранилищам и фермерским хозяйствам в различных водохранилищах (Мингачаурское водохранилище), были проведены исследовательские работы для определения динамики и патогенности этого паразита – *Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758* в условиях Азербайджана.

Цель исследования

В природных и искусственных водоемах Азербайджана эти паразиты, вызывая заболевание – Лернеоз у рыб, приносят большой ущерб рыбным хозяйствам, в большинстве случаев приводя к массовой гибели промысловых рыб, поэтому актуальна работа по определению динамики и патогенности этого паразита.

Материал и методика

Паразитологические материалы были собраны из бассейна Средней Куры, Мингачаурского водохранилища и рыбных хозяйств, находящихся на территории Азербайджана. Для изучения распространения паразитов *Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758* были проведены полные паразитологические исследования у некоторых видов рыб, полученных из реки Средняя Кура и Мингачаурского водохранилища за 2014-2017 годы; были полностью исследованы 122 рыбы 7 видов (табл. 1).

Таблица 1 – Названия и количества исследованных рыб

Названия рыб	Количество рыб
Толстолобик – <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	16
Карп – <i>Carassius auratus</i> (L.)	22
Белый амур - <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valensinnes)	17
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> L	55
Храмуля Куринская – <i>Varichorinus capoeta</i>	2
Гамбузия – <i>Gambusia affinis affinis</i>	6
Лещ – <i>Abramis bramae</i>	4

Измерение и подсчет паразитов осуществлялось на живых и неподвижных объектах. Проведен эксперимент по инкубации *Nauplius*.

В ходе эксперимента использовалась рыба возрасте одного года Сазан – *Cyprinus carpio* L. Взрослые ракообразные, привезенные в лабораторию, были тщательно взяты из живой рыбы, и их яйца были инкубированы. При хранении накопленных науплиусов в спирте структура их тела развивается, а внешний вид сегментации разрушается. Трудно также приготовить глицерино-желатиновые препараты, поэтому структура изучена у живых паразитов. Большое количество копеподитов и взрослых фиксировали в спирте 70%, а глицерино-желатиновые препараты сделали из других [4.7].

Наблюдалось образование яйцевых мешков, рост яйца и формирование молодых стадий. Органы рыб были тщательно исследованы с помощью бинокулярной лупы ВМВ-9, которая увеличивает в 25 раз. Из некоторых органов делались препараты и исследовались под микроскопом “Amplival” при увеличении x1000. Были проведены измерения для диагностики некоторых стадий паразита, а некоторые паразиты были сфотографированы с помощью рисовального устройства RA- 4.

Интенсивность инвазии и экстенсивность инвазии этих ракообразных, а также индекс обилия были использованы для оценки уровня заражения рыб паразитами *Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758*.

Результаты и обсуждение

Заражение паразитами регистрировалось, начиная с июня, когда температура воды составляла 25-26° С. Более всего были заражены паразитами *Lernaea* рыбы белый амур *Ctenopharyngodon idella*, у которых индекс экстенсивности составил 58,8%, а индекс инвазии – 2-3 единицы, и сазаны – *Cyprinus carpio*, у которых индекс экстенсивности составил 5,5%, а индекс инвазии – 3-5 единиц. Карп – *Carassius auratus* (13,6%, и.и. 1-2 единицы), толстолобик – *Hypophthalmichthys molitrix* (6,3%, и.и. 1экз.) были заражены частично. Этот паразит не был обнаружен у следующих рыб: у храмули куринской – *Varichorinus capoeta*, у гамбузии – *Gambusia affinis affinis* и у *Abramis bramae* (табл. 2).

Таблица 2 – Индекс экстенсивности и индекс инвазии зараженных рыб

Название рыб	И.Э. (%)	И.И.(кол-во)
Толстолобик - <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	6,3	1
Карп - <i>Carassius auratus</i> (L.)	13,6	1-2
Белый амур - <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valensinnes)	58,8	2-3
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> L	25,5	3-5
Храмуля Куринская - <i>Varichorinus capoeta</i>	-	-
Гамбузия - <i>Gambusia affinis affinis</i>	-	-
Лещ - <i>Abramis bramae</i>	-	-

Примечание: И.Э – индекс экстенсивности; И.И – индекс интенсивности



По результатам исследований видно, что не все рыбы заражаются этим опасным паразитом. Это объясняется тем, что у не зараженных рыб имеется высокий иммунитет, или же это связано с образом жизни и питания.

Рыбы исследовались с мая по октябрь месяц. В течение этого периода во всех случаях паразит *Lernea cyprinacea* наблюдался. Иногда на рыбе обнаруживались мертвые паразиты. Отсюда можно сделать вывод, что паразиты предыдущего года вымирают в июле. И начиная с этого месяца молодое поколение паразитов заражают новорожденных рыб. Среди мальков рыб было обнаружено больше инвазий, чем у взрослых. Низкая инвазия паразитами типа *Hypophthalmichthys molitrix* объясняется высоким иммунитетом к этому паразиту. Дальнейшие лабораторные эксперименты показали, что развитие личинок зависит от кислородного режима и питания. У зрелых особей *Lernaea cyprinacea* образуются яйца. Число яиц составляет около 600-700 в одном пузыре. На первом этапе экспериментов развития паразита *Lernaea cyprinacea* цвет пузыря был белым, а в последнем этапе эксперимента стал зеленоватым (рис.1).



Рис.1 – Яйцо-пузырь в зрелом паразите *Lernaea*

Эти зеленые яйца, полученные из пузыря паразита *Lernaea cyprinacea*, помещали в озерную воду и инкубировали при температуре 22° С в чашке Петри. Из них были получены личинки так называемого науплиуса. Так как яйцо может развиваться в небольшой миске или в чашке Петри, его инкубация не вызывала затруднений. Было замечено, что при выращивании яиц в них происходят вибрационные движения. Постепенно вибрации внутри яиц ускоряются. Затем яйцо разрушается, и из него выходит зеленоватый науплиус. Процесс занимает около двух дней. На ранних стадиях науплиус выходит из яиц и через некоторое время погибает. Их число составляло около 100-150. После образования личиночной стадии в аквариум впустили не зараженных сазанов. Начиная со второго дня эксперимента аквариумное со-

держимое анализировали ежедневно, и свободно плавающие личинки исследовали под микроскопом и лупой (рис.2).

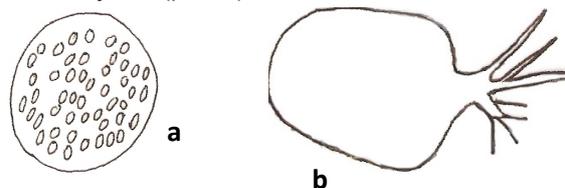


Рис 2 – а) яйцо, б) науплиус

В наших экспериментах первый науплиус образовался 23 июля 2017 года. Эксперименты были проведены в июле, чтобы выяснить, нужны ли для дальнейшего развития личинок паразита в качестве хозяев другие организмы. Стерильные мальки сазана были размещены здесь после выпуска науплиуса в аквариуме. Они сначала свободно плавали и не сразу стали искать хозяина. Длина науплиуса составляет 0,11-0,13мм, а ширина ближе к антенне составляет 0,06-0,08 мм. Затем науплиус постепенно растет, и после его сдвига длина его составляет около 0,14 мм. Кишечник видится хорошо. Пигмент интенсивно приобретает зеленый цвет из-за роста *Науплиуса*. *Лернаеа* имеет несколько копеподитных форм. Их тело состоит из головогруды, свободных сегментов, фурок и плавников. По мере роста копеподитов увеличивается количество сегментов. Общая длина тела составляет 0,58-1,2 мм. Антенна обычно имеет 3 сегмента и имеет челюсть. Внизу антенны расположен конусовидный ротовой отросток. Тело последней фазы состоит из головы, семи свободных сегментов, пяти пар двойных конечностей. Шестые конечности являются рудиментарными (рис.3).



Рис.3 – Копеподитный период *Lernaea*

Копеподит вместе с фуркальной остью составляет 1,2 мм длины. Антеннула шестисегментная и имеет общую длину 0,17-0,18 мм. Количество остей в сегментах увеличивается. Антенна состоит из трех сегментов. Эксперименты показали, что развитие стадии личинок зависит от температуры. Увеличение температуры сокращает скорость развития личинок. Согласно литературным данным основным различием самцов от самок на данном этапе является наличие хорошо развитой

базальной части и образовавшегося из второго сегмента челюстоноги. Их третий сегмент развивается слабо и на нем бывают мечеобразные выростки [11,12,13]. Мы не могли отличить его, потому что наш материал был небольшим. У многих рыб в жабрах под спинными и грудными плавниками были обнаружены копеподиты. Это отрицает наличие промежуточных хозяев в их развитии. Наблюдалось прикрепление *Lernaea* к телу рыбы, начиная со стадии копеподита.

Молодые паразиты прилипают к телу рыбы с головной частью (рис.4).

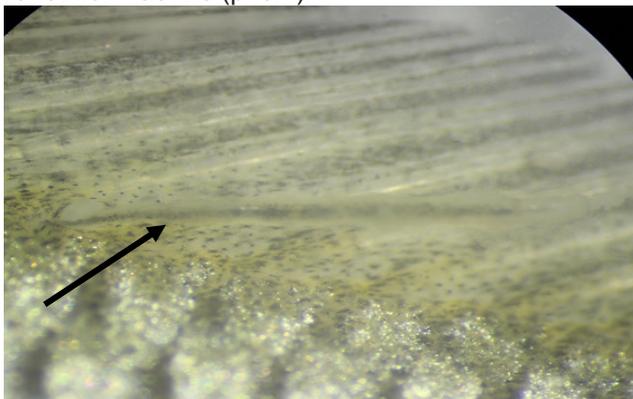


Рис 4 – Паразиты прилипают к телу рыбы

Тело зрелой особи длинновато-червеобразное, длиной 10-15 мм (рис.5).



Рис. 5 – Зрелая особа паразита *Lernaea*

Есть 5 пар двупарных ходильных ног. Внутренность кишечника темная. В задней части встречается удлиненная пара яичевого пузыря. Паразит прилипает к телу рыбы жесткими головными щипцами и проникает в мышцы. На теле рыбы образуются глубокие раны, и возникает дерматит. На теле рыб с прилипшими взрослыми паразитами встречается грибок *Saprolegnia*.

Такие особи бывают малоподвижными, и развитие грибка в теле приводит к его гибели. Это наблюдается и у взрослых особей, в основном у паразитов первой генерации. В результате болезни в организме пресноводной рыбы возникают дерматит и язвы. У зараженных рыб в жабрах образуется много слизи. В результате интенсификации паразитами также повреждаются другие части тела рыбы – позвоночник, глаза и окружающая область анального отверстия. Патогенные бактерии

и грибы, накапливаются в зараженных органах, секретируемые ими вещества обуславливают общий токсикоз. По нашим наблюдениям, присутствие 1-2 паразитов у маленьких рыб приводит к их гибели. Наличие таких паразитов у крупных рыб не приводит к их гибели и слабая зараженность не вносит в них никаких изменений. Плотное размещение рыб в озерном промысле имеет большое эпизоотологическое значение. Там, где прилипает паразит, образуются раны и возникает вторичная инфекция. Эффективное использование методов для борьбы с паразитами может дать положительный результат. Суть этого метода заключается в том, что озеро заполняется водой в течение нескольких дней до выпуска рыб. При этом свободно распространяющиеся паразитные формы, не находя хозяев, погибают. Чтобы избежать заражения, не разрешается пускать рыбу в такие озера около одной недели. Стадия свободного плавания неустойчива к кислородному дефициту. При наблюдениях установлено, что недостаток кислорода происходит в результате гниения растений в озерах при массовом разрастании, и это замедляет развитие свободных форм ракообразных.

Заключение

В итоге исследований были получены следующие результаты:

1) более всего были заражены паразитами *Lernaea stenopharyngodon idella* (58,8%, и.и. 2-3 экз.) и *Cyprinus carpio* (25,5%, и.и. 3-5 экз.). А *Carassius auratus* (13,6%, и.и. 1-2 экз.). *Hypophthalmichthys molitrix* (6,3%, и.и. 1 экз.) были заражены частично. Этот паразит не был обнаружен у рыб *Varichorinus capoeta*, *Gambusia affinis affinis* и *Abramis bramae*;

2) развитие паразита *Lernaea* наблюдалось экспериментально от яйца до конкретной фазы копеподита. В науплиальной стадии прилипания не наблюдалось. Наблюдалось прилипание в копепоидной стадии;

3) жизненный цикл *Lernaea* зависит от определенной температуры. Осенью, когда погода холодная, образование яйца и яичного пузыря ослабевает. В течение зимы не встречаются яйца и яичевые мешки. Образование яичевых мешков начинается в апреле.

Список литературы

1. Abdullayeva X.H. Balıqlarda parazit xəstəliklərinin baş vermə və yayılmasında biotik və abiotik faktorların rolu. Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Baytarlıq İnstitutu Baytarlıq jurnalı. 2010 № 4; səh.39-41.
2. Абдуллаева Х.Г. Распространение crustaceans среди рыб в Азербайджане. Журнал Вестник Инновационного Евразийского Университета. 2011.
3. Süleymanova A.V. Abşeron balıq-əmtəə təsərrüfatı və Zabrat göllərində balıq parazitlərinin epizootoloji və epidemioloji durumu. Namizədlik dissertasiyasının avtoferatı: Bakı 2007, 20 s.
4. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.; Наука, 1985, 122 с.
5. Догель В. А. Быховский Б.Е., 1939. Паразиты рыб Каспийского моря. Тр. Комис. по комплексн.



Изуч. Касп. моря. вып.7, Изд. АН СССР.

6. Ибрагимов Ш.Р. Паразиты рыб Каспийского моря (видовой состав, экология, происхождение и формирование фауны) Дисс. докт. биол. наук. Баку, 1990 - 757 с.

7. Маркевич А.П. Методика и техника паразитологического обследования рыб. Киев: 1950. 24 с.

8. Микаилов Т.К. Паразитофауна рыб водоемов Азербайджана (систематика, динамика, происхождение) – Баку: Элм., 1975. – 299 с.

9. Пашаев Г.А. Гельминтофауна рыб в нерестово-выростном хозяйстве// Тр.Аз.НИВИ. 1968. Т. 24, с.155-157

10. Поддубная А.В. Изменчивость и специфичность лерней прудовых рыб. - Тр.ВНИИПРХ, 1973,т.22,с.159-173

11.Grabda J.Obserwacje nad Lerneozą pastrągow.0med.wet. 1956, vol.5, p.257-260

12. Nakai N. On the development of a parasitic copepod *Lernaea elegans* Leigh-Sharpe, infesting on *Cyprinus carpio* L.- J.Imp.Fish.Inst. 1927,vol.23. N3. p.39-59

13. Tasawar Zahida, Razaq Abdul, Ashraf Muhammad. Исследование лернейных паразитов *catla catla* // pujab univ. I. Zool. - 1999. -14 с. Franikowska hanna .

SOME BIOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THE PARASITE OF FISHES *Lernaea cyprinacea*, IN WATER-CONDITIONS OF AZERBAIJAN

Seyidli Yashar M., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku, yashar.seyidli@mail.ru

Guliyev Shukur A., Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Republic of Azerbaijan, Baku, sh.guliyew@mail.ru

Nasirov Ali A., Doctor of Biological Sciences, chief researcher at the Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku, nasirov.a50@mail.ru

Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758 is one of the most dangerous parasites among fish living in the waters of Azerbaijan. Causes disease - Lerneoz in fish, causes damage to fisheries. The disease is caused by adult female parasite of these crustaceans. Her research is of great practical and economic value. The disease that these crustaceans cause is very dangerous not only for fish in artificial reservoirs, but also for those fish that live in fresh water. Recently, the parasite *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 represents a great danger. This parasite is mentioned in some water bodies of Azerbaijan. And there is no information about his biology in any literature. In most cases, this disease leads to the massive death of fish during the fishery. Infection with parasites, registered since June. Experiments were carried out in July to find out whether other organisms are needed as hosts for the development of the larvae. As a result of the disease, dermatitis and ulcers occur in the body of freshwater fish. Infected fish have a lot of mucus in the gills. Materials for the study were collected from the Middle Kura basin, the Mingachaur reservoir and fisheries. In order to study the distribution of *L. cyprinacea* parasites, studies have been carried out on some species of fish obtained from the Kura River and the Mingachaur reservoir for 2014–2017. During the research, 122 fish from 7 species were fully investigated.

Key words: fish, pond, parasite, disease, infection

Literatura

1. Abdullayeva X.H. Balıqlarda parazit xəstəliklərin baş vermə və yayılmasında biotik və abiotik faktorların rolu . Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Baytarlıq İnstitutu Baytarlıq jurnalı.2010 № 4; səh.39-41.

2. Abdullaeva H.G. Rasprostranenie krustaceozov sredi ryb v Azerbajdzhane. ZHurnal Vestnik Innacionnogo Evrazijskogo Universiteta. 2011.

3. Süleymanova A. V. Abşeron balıq-əmtəə təsərrüfatı və Zəbrat göllərində balıq parazitlərinin epizootoloji və epidemioloji durumu. Namizədlik dissertasiyasının avtoreferatı: Bakı 2007, 20 s.

4. Byhovskaja-Pavlovskaja I.E. Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniju. L.; Nauka, 1985,122 s.

5. Dogel' V. A. Byhovskij B.E.,1939. Parazity ryb Kaspiskogo morja. Tr. Komis. po kompleksn. Izuch. Kasp. morja. vyp.7, Izd. AN SSSR.

6. Ibragimov SH.R. Parazity ryb Kaspiskogo morja (vidovoj sostav, jekologija, proishozhdenie i formirovanie fauny) Diss. dokt. biol. nauk. Baku, 1990 - 757 s.

7. Markevich A.P. Metodika i tehnika parazitologicheskogo obsledovanija ryb. Kiev: 1950. 24 s.

8. Mikailov T.K. Parazitofauna ryb vodoemov Azerbajdzhana (sistematika, dinamika, proishozhdenie) – Baku: JEIm., 1975. – 299 s.

9. Pashaev G.A. Gel'mintofauna ryb v nerestovo-vyrostnom hozjajstve// Tr.Az.NIVI. 1968. T. 24, s.155-157

10. Poddubnaja A.V. Izmenchivost' i specifichnost' lernej prudovyh ryb. - Tr.VNIIPRH, 1973,t.22,s.159-173

11.Grabda J.Obserwacje nad Lerneozą pastrągow.0med.wet. 1956, vol.5, p.257-260

12. Nakai N. On the development of a parasitic copepod *Lernaea elegans* Leigh-Sharpe, infesting on *Cyprinus carpio* L.- J.Imp.Fish.Inst. 1927,vol.23.N3. p.39-59

13. Tasawar Zahida, Razaq Abdul, Ashraf Muhammad. Issledovanie lerneidnyh parazitov *catla catla* // pujab univ. I. Zool. - 1999. -14 s. Franikowska hanna .



УДК 574.24

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИГОДНОСТИ ИЛОВОГО СУБСТРАТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

ШАШУРИНА Елена Александровна, канд. с.-х. наук, доцент академии пчеловодства и современных биотехнологий ФГБОУ ВО РГАТУ, phelkalena@mail.ru

ПОМИНЧУК Юлия Александровна, канд. биол. наук, ст. преп. кафедры экологии и природопользования, Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, ulok62@yandex.ru

РЕДЬКОВА Лидия Анатольевна, канд. с.-х. наук, доцент Академии пчеловодства и современных биотехнологий ФГБОУ ВО РГАТУ, lidiiiaa@mail.ru

Целью исследований явилась разработка технологии биотестирования вермикомпостируемого субстрата. В качестве субстрата использовали донный ил с различными включениями. Методом биоконверсии субстрат преобразовывали и делали его пригодным для изготовления удобрения с целью выращивания сельскохозяйственных и садово-огородных растений. Объекты исследований: иловый осадок озера Ореховое, перерабатываемый с использованием компостных червей "Старатель". Практическая значимость исследований заключается в поиске показателей для биотестирования с применением вермиккультуры при переработке донного ила. В процессе работы использовали различный компонентный состав экспериментального субстрата, в который помещали вермиккультуру. Адаптационную способность червей "Старатель" к различным концентрациям используемого ила изучали методом учета биометрических показателей, этологии, окраски, числу генераций, численности потомства. В качестве биометрического показателя использовали изменение массы червей на протяжении 12 недель. Взвешивание проводили каждые 7 дней. Также учитывали активность и изменение окраски вермиккультуры. Производили подсчет отложенных коконов и вылупившейся молодежи. Установлено, что для продуктивного развития червей оптимальным было соотношение ила и включений (солома или опилки) 1:3 соответственно. При использовании такого отношения ила и соломы показатели массы вермиккультуры возросли с 30 г до 82 г, число коконов достигло за 12 недель 20 шт., а вылупившихся молодых особей было насчитано 32 экз. При применении опилок в этом соотношении прирост массы составил 57 г, число обнаруженных коконов – 25 шт., а вылупившейся из них молодежи – 46 шт. Субстраты с соотношением ила и включений 1:1 оказались летальными для молодых вылупившихся особей. Проанализировав ряд показателей червей «Старатель», пришли к выводу о пригодности использования их в качестве тест-объектов для биотестирования экологического качества изготавливаемых субстратов для живых организмов.

Ключевые слова: иловый осадок, биотестирование, токсичность среды, червь «Старатель», вермиккультура, вермикомпостирование, биоконверсия

Введение

В 2010 году в Рязани начали очистку одного из наиболее популярных среди населения озер города – озера Ореховое с целью создания городского пляжа. После очистки дна озера насчитали около 1,8 м донных отложений. Возник ряд вопросов, связанных с утилизацией, переработкой и возможностью хозяйственного использования этого ила.

Распространенными способами утилизации и использования илового осадка являются: термофильное сбраживание в метантенках с получением биогаза; изготовление сорбентов; использование в качестве добавки при изготовлении керамзита и других строительных материалов; компостирование; вермикомпостирование; применение в качестве удобрений, рекультиванта нарушенных земель и полигонов ТБО; пиролиз; захоронение [1].

Наряду с использованием в качестве сырья для получения органических удобрений, тради-

ционных источников эмиссии отходов сельскохозяйственного производства, большой интерес представляют альтернативные направления, интегрирующие биоэкологические методы работы. В качестве перспективного вида органического сырья, пригодного как для традиционного компостирования, так и для использования вермикомпостирования, выступают иловые массы.

А.М. Игонин [2], С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин [4], Н.М. Городний [6] и другие ученые уделили внимание вопросам производства удобрений из отходов путем вермикомпостирования. По их мнению, биоконверсия органических отходов различных производств дает положительные результаты.

Уделяется большое внимание изучению и определению индикаторных показателей и показателей биотестирования живых организмов при биоконверсии иловых масс и вопросам их дальнейшего применения [5, 7, 8]. Иловый осадок дает по-



ложительные результаты при его использовании в качестве мелиоранта почв г. Рязани [3]. Такие параметры как рост и репродуктивная активность червей применимы в качестве показателей биотестирования при вермикомпостировании осадка сточных вод [7].

Задачами исследований выступает изучение динамики репродуктивной и физиологической активности гибридного дождевого червя «Старатель» в зависимости от содержания включений (соломы или опилок) в экспериментальном субстрате, а также установление показателей биотестирования пригодности используемого субстрата в сельском хозяйстве в качестве удобрения.

Анализ морфофункциональных показателей, таких как этология, масса, окраска, число генераций, число и качество потомства позволяет нам использовать дождевых червей в качестве тест-объектов при исследовании пригодности субстратов к использованию в сельском хозяйстве.

Материалы и методы исследований

Научно-исследовательский эксперимент проводили совместно кафедрой зоотехнии и биологии, академией пчеловодства и современных биотехнологий ФГБОУ ВО РГАТУ и кафедрой экологии и природопользования РГУ имени С.А. Есенина. Полевой эксперимент проводили на опытной агротехнологической станции РГАТУ. Иловый осадок представляет собой неоднородную студенистую массу серо-коричневого цвета. Применение термически высушенного осадка в сельском хозяйстве способствует снижению почвенной кислотности, увеличению содержания в почве обменного калия и подвижного фосфора, накоплению в почве кальция и железа, повышению содержания в почве основных элементов питания растений. К тому же ил считается ценным мелиорантом для низкоплодородных почв, особенно нарушенных добычей полезных ископаемых. Изменения, вызванные внесением в почву ила, сохраняются на протяжении ряда лет.

В основе технологии вермикомпостирования лежит природный механизм почвообразования – гумификация органических отходов. Основным средством производства являются культивируемые дождевые черви. Для достижения большей эффективности процесса переработки органических отходов и высокого уровня воспроизводства вермиккультуры необходимо обеспечить нормальные условия ее жизнедеятельности и соблюдать определенные технологические требования.

Дождевые черви относятся к классу малощетинковых (Oligochaeta), типу кольчатые черви (Annelida), являются представителями семейства люмбрицид (Lumbricidae). Обитают во всех видах почв, чаще всего в навозе, парниках, на свалках и т. д. Распространение повсеместное.

Черви промышленной популяции представляют собой специализированную породу гибридного червя, названного «Старатель», полученную в лабораторных условиях профессором А.М. Игониным (2002г.) путем скрещивания Владимирского и Чуйского дождевых червей.

Полученный гибрид по своим свойствам превосходит ранее выведенные породы червей по продуктивности коконов, обладает более крупными размерами взрослых особей, морозостойкостью, неприхотливостью к перепадам температуры и влажности; усидчивостью в субстрате даже при плотности популяции до 10000 экз./м² в открытых «грядках» на асфальтовом покрытии после дождя, переносит транспортировку в автотранспорте более 6000 км; легко адаптируется в компостах на основе коровьего, свиного, телячьего конского, овечьего навоза, куриного, гусяного, утиного, кроличьего помёта и компостах из опилок, древесной коры, льнотресты. Важная его особенность – утрата инстинкта покидать свое место обитания при неблагоприятных условиях среды. К тому же черви «Старатель» обладают свойством самостоятельно освобождаться от нематоды растительного и животного происхождения, что уязвляет на возможность их скармливания цыплятам, курам, уткам, гусям, свиньям, прудовой рыбе; тем самым они представляют собой отличный белковый корм для всех видов животных, позволяющий получать большие суточные привесы животных [4].

В качестве экспериментального материала использовали ил озера Ореховое. Этот материал отличается высокой вязкостью и липкостью, имеет неприятный запах сероводорода; влажность ила составляет 96%. Органического вещества в осадке содержится более 60%, зольность составляет примерно 35% от общей массы осадка. Реакция среды – слабощелочная. Такой осадок не пригоден для вторичного использования и требует дополнительной обработки. Учитывая то, что в иле находится, помимо загрязняющих веществ органического происхождения, большое количество бактерий, в т. ч. патогенных, необходима специальная обработка осадка, предшествующая утилизации, в результате которой возбудители болезней погибают. Способом обработки иловых масс был выбран метод биоконверсии.

Для подбора оптимальных соотношений субстратов для биоконверсии ила использовали: опилки, соломенную резку, питательный грунт для рассады «Чудо грядка» (состав: смесь верхнего и низинного торфов, азофоска марки NPK (MOP)16:16:16., известняковая мука) кислотностью 6,5 и влажностью до 70%.

Эксперимент проводили в трех повторениях следующим образом: в пластиковые лотки (500 мл) добавляли покупную землю по 350 г в каждый. Остальные 150 мл объема лотка заполняли экспериментальным субстратом, в который запустили вермиккультуру. Компонентный состав экспериментального субстрата представлен илом из озера Ореховое, соломенной резкой или опилками в разных концентрациях (табл. 1). В качестве вермиккультуры для производства биогумуса использовали гибрид дождевого червя – «Старатель».



Таблица 1 – Экспериментальный субстрат для биоконверсии ила

№ варианта	Состав экспериментального субстрата	Соотношение компонентов субстрата, г
1	чистый ил + вермикультура	120 +30
2	чистый ил + вермикультура + соломенная резка	60+30 +60
3	чистый ил + вермикультура + соломенная резка	40 +30 +80
4	чистый ил + вермикультура + соломенная резка	30 +30 +90
5	чистый ил + вермикультура + опилки	60 +30 +60
6	чистый ил + вермикультура + опилки	40 +30 +80
7	чистый ил + вермикультура + опилки	30 +30 +90

Абиогенные компоненты измельчали, увлажняли и смешивали до однородного и рыхлого состояния. Субстраты в пластиковых контейнерах в течение недели поливали водой, выдерживали в проветриваемом помещении в целях улучшения процессов аэробной ферментации. Далее подсаживали червей. Перед заселением субстрата вермикультурой проводили биотестирование: на поверхности субстрата распределяли по 10 червей; если они быстро углублялись в него, то субстрат считали пригодным для их жизнедеятельности. В случае если черви расползаются по поверхности и не углубляются в приготовленный субстрат, стараются выбраться из контейнера, считали субстрат непригодным для переработки в биогазус.

Все вышеперечисленные субстраты оказались пригодными для заселения.

В каждый субстрат поместили по 30 г маточной популяции червей и в течение трех месяцев вели наблюдение. Субстрат периодически поливали водой, поддерживая влажность на уровне 65%.

При оценке адаптационных способностей дождевых червей учитывали следующие их показатели: этология червей, их окраска, число генераций, число и качество потомства.

Результаты исследований

Динамика развития популяции вермикультуры в субстратах с различным сочетанием илового осадка и соломы, а также в чистом иле, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика репродуктивной и физиологической активности гибридного дождевого червя «Старатель» в зависимости от содержания соломы в экспериментальном субстрате

Временной период	чистый ил	Общая масса червей, г			Число коконов, шт			Наличие молоди, шт		
		ил+ солома			ил+ солома			ил+ солома		
		60:60	40:80	30:90	60:60	40:80	30:90	60:60	40:80	30:90
На начало эксперимента	30	30,0	30,0	30,0	-	-	-	-	-	-
1-я неделя	27,1	31,1	32,2	32,9	-	-	-	-	-	-
2-я неделя	23,4	31,9	33,4	35,1	-	-	-	-	-	-
3-я неделя	19,2	32,7	34,8	37,7	-	-	-	-	-	-
4-я неделя	15,8	33,3	36,2	41,1	-	1	1	-	-	-
5-я неделя	11,3	34,4	38,1	44,9	-	1	2	-	-	-
6-я неделя	6,2	36,5	41,5	49,2	1	2	4	-	-	-
7-я неделя	3,4	37,8	44,2	53,7	2	4	7	-	-	-
8-я неделя	0	38,9	48,8	63,1	4	6	10	-	-	6
9-я неделя	0	39,9	50,6	68,4	6	8	14	-	-	13
10-я неделя	0	40,8	52,1	74,7	7	10	16	-	7	22
11-я неделя	0	40,6	51,2	78,1	7	10	18	-	9	28
12-я неделя	0	40,2	49,7	81,6	7	10	20	-	12	32

В первый день опыта в каждый контейнер были заселены черви массой 30 г. Наблюдение онтогенеза экспериментальных групп червей выявило, что аккумуляция токсичных веществ через трофическую цепь негативно отразилась в том варианте опыта, где червей помещали в чистые иловые массы. Так, к концу 4-й недели потеря массы червей и гибель составила 50%, к концу 7-й недели

вся популяция червей погибла.

Там, где осадок сточных вод и солома в соотношении 60:60, наблюдается увеличение массы экспериментальных червей на 10,2 г. В 3-й группе, где ил и солома в соотношении 40:80, прирост массы составил 19,7 г, что на 31,9 г меньше, чем в 4-й группе, где субстрат составлен в соотношении 30:90. В 4-й группе наблюдалось значительное



увеличение массы экспериментальных червей на протяжении опыта. Их привес составил 51,6 г.

В качестве следующего показателя динамики развития популяции вермикультуры при наличии соломы в субстрате использовали появление коконов и их количество. Во всех группах, кроме 2-й, коконы появились на четвертой неделе. Первые коконы были обнаружены в 4-й экспериментальной группе, где количество соломы в 3 раза превышает количество ила. Следует отметить, что в 3-й группе отложено 10 коконов, а в 4-й группе регенеративные качества червей в 2 раза выше.

Наиболее перспективными в вопросах роста и развития являются черви из 4-й группы, масса которых увеличивается в течение всего экспериментального периода; к 12-й неделе показатель достигает 81,6 г, что на 41,4 г больше, чем во 2-й группе, и на 31,9 г – в 3-й группе, занимающей промежуточное положение. Самая высокая генеративная способность проявляется у экспериментальных червей с 7 по 9 неделю их онтогенеза. В этот период наблюдалось увеличение количества коконов в 3-й группе на 42,8% по сравнению со 2-й группой. Таким образом, обнаруживается за-

кономерная зависимость между генеративными способностями червей и составом субстрата, в котором они обитают.

Генерация червей из второй группы постепенно угасает и к 11-й неделе прекращается совсем, тогда как особи 4-й группы проявляют высокую активность, и в тот же период онтогенеза дают до 20 коконов. Черви 3-й группы занимают промежуточное положение в активности размножения.

Субстрат 2-й группы оказался неприемлем для жизни молодых особей, вылупившихся из кокона. Эти особи быстро погибали, то есть среда является достаточно токсичной для раннего онтогенеза вермикультуры. Наиболее перспективным для жизнедеятельности молодежи оказался субстрат 4-й группы, в котором к 12-й неделе эксперимента были обнаружены в среднем 32 молодые активные особи. В 3-й группе и по количеству особей, и по активности молодежи наблюдается токсичное воздействие элементов ила.

Динамика развития популяции вермикультуры в субстратах с различным сочетанием илового осадка и опилок, а также в чистом иле, представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика репродуктивной и физиологической активности гибридного дождевого червя «Старатель» в зависимости от содержания опилок в экспериментальном субстрате

Временной период	чистый ил	Общая масса червей, г			Число коконов, шт			Наличие молодежи, шт		
		ил+ солома			ил+ солома			ил+ солома		
		60:60	40:80	30:90	60:60	40:80	30:90	60:60	40:80	30:90
На начало эксперимента	30	30,0	30,0	30,0	-	-	-	-	-	-
1-я неделя	27,1	31,5	32,1	33,8	-	-	-	-	-	-
2-я неделя	23,4	33,3	34,4	37,9	-	-	-	-	-	-
3-я неделя	19,2	34,9	36,7	42,1	-	-	-	-	-	-
4-я неделя	15,8	36,4	36,9	46,9	1	1	2	-	-	-
5-я неделя	11,3	38,0	39,2	52,1		1	2	-	-	-
6-я неделя	6,2	39,7	41,4	57,2	2	3	4	-	-	-
7-я неделя	3,4	41,3	43,7	62,4	4	5	7	-	6	7
8-я неделя	0	43,1	46,5	67,8	5	6	11	-	9	15
9-я неделя	0	45,2	49,4	74,9	7	9	15	-	13	22
10-я неделя	0	47,1	52,1	80,1	8	11	20	-	18	31
11-я неделя	0	48,7	54,5	84,3	8	13	23	-	22	39
12-я неделя	0	50,2	56,8	87,2	8	16	25	-	22	46

Анализируя динамику развития вермикультуры по вариантам опыта «ил + опилки», наблюдали увеличение количества молодежи, отсюда генеративная активность червей гораздо выше. Если в 4-й группе молодые особи появляются на 8-й неделе, то в 7-й группе молодежь появляется уже на 5-й неделе, а к 12-й неделе молодых особей на 43,8% больше. В 6-й группе молодые особи появились на 7-й неделе, в отличие от 3-й группы, где молодежь наблюдали на 10-й неделе. К первой неделе в 6-й группе число вылупившейся молодежи составило 22 особи, что на 83,3% больше, чем в 3-й группе. Однако в 5-й группе, где ил и опилки в отношении 1:1, наличие молодежи также отсутствовало, как и во 2-й группе с идентичным соотношением донного ила из озера и соломы.

В 5, 6 и 7 группах коконы появились на четвертой неделе. Первые коконы были обнаружены в 7-й экспериментальной группе, где количество опилок в 3 раза превышает количество ила. Следует отметить, что в 6-й группе, к 12 неделе, отложено 16 коконов, что вдвое превышает количество обнаруженных коконов в 5-й группе. В 7-й группе в этот период эксперимента их количество достигло 25 шт.

Анализируя динамику роста экспериментальных червей в опыте с добавлением опилок, выявлена тенденция к положительной динамике массы червей с увеличением доли опилок в субстрате. Однако привес червей в субстратах с опилками гораздо выше, чем в субстратах с соломой. В 5-й группе наблюдалось увеличение массы экспери-



ментальных червей до 50,2 г, что на 6,6 г меньше, чем в 6-й группе и на 37 г – чем в 7-й группе. В сравнении со 2-й группой, где соотношение ила с соломой в тех же пропорциях, увеличение массы составило 10 г. В 4-й группе вылупившаяся молодежь тоже погибала, поэтому ее не учитывали. Наиболее благоприятно на генеративную функцию повлиял субстрат 7-й группы, в котором было отложено значительное количество коконов, из которых вылупилось 46 молодых особей, что на 109% и 43,7% больше, чем в 6 и 4 группах соответственно.

Выявлено, что в субстрате с соломой во 2-й и 3-й группах наиболее интенсивное увеличение массы происходило с 2-й по 6-ю недели, пик увеличения массы пришелся на 6-ю неделю. Далее масса вермикультуры увеличивалась до 10-й недели. С 11-й недели наблюдалось снижение показателей массы вермикультуры во 2-й и 3-й группах. В 4-й группе наблюдалось увеличение массы вермикультуры в субстратах. Наибольшая прибавка веса происходит в период с 6 по 10 недели, пик приходится на 1-ю неделю.

При анализе адаптационной способности червей были использованы характеристики активности экспериментальных червей и полученной от них молодежи, а также их окраски. Таким образом, в начале эксперимента в субстраты были заселены черви красного цвета с активным поведением.

В 1-й группе уже ко второй неделе черви стали пассивные, а их окраска изменилась на коричнево-бурую, затем – темно-бурую и к четвертой неделе стала фиолетово-бурой, что говорит о том, что субстрат непригоден для жизнедеятельности червей.

Из проведенных анализов следует, что наилучшие результаты получены в группах 4 и 7, так как в этих группах на протяжении всего опыта черви не изменили активности и окраски, а также дали активное потомство. В остальных группах активность постепенно снижалась: во 2-й группе к третьей неделе, в 3 группе – к четвертой, в 5 группе – к пятой, в 6 – к восьмой неделям. Их окраска также изменялась до фиолетово-бурой во 2-й группе, красно-бурой в 3-й и 5-й группах, коричнево-красной в 6-й группе. Такая окраска не свойственна червям данного вида.

Заключение

Применение биоконверсии в настоящее время – актуальный метод утилизации иловых масс. Все чаще осуществляется очистка водоемов от заиления, чему пример озеро Ореховое, в котором были произведены мелиоративные работы в 2010 году, после чего остались значительные объемы донного ила, который, как и любой производственный отход, необходимо утилизировать. Было предложено переработать ил вермикомпостированием. Возникла необходимость в подборе оптимальных пропорций различных наполнителей к илу для получения благоприятного субстрата, который в дальнейшем можно добавлять в качестве удобрения при выращивании садовых культур, а также в теплицах. В рамках выполнения данной

работы были выявлены показатели для биотестирования экологического состояния субстратов. В эксперименте исследовали субстраты с соотношениями ила и включений (опилок или соломы) 1:1, 1:2 и 1:3, которые добавляли в грунт, приобретенный в розничной торговле. Положительная динамика массы вермикультуры, а также возрастание числа коконов и численности вылупившейся молодежи червей указывают на то, что субстрат благоприятен для жизнедеятельности организмов, способных осуществлять биоконверсию ила. Наиболее благоприятным для дождевых червей оказался субстрат ил + опилки в соотношении 1:3 соответственно. Увеличение массы вермикультуры в этой экспериментальной группе составило 57 г, отложено 25 коконов, из которых вылупилось 46 молодых особей. Благоприятным также оказался субстрат с соотношением ила и соломы 1:3, в котором также наблюдали увеличение массы в граммах, числа коконов и молодежи на протяжении всего эксперимента.

Использование опилок в качестве добавки в субстрат дало лучшие результаты показателей биопродукции, чем использование соломы. Так, в группах с соотношением ила и опилок 1:3, в сравнении с использованием соломенной резки, дало увеличение массы вермикультуры на 7%, числа коконов на 25%, а количества молодежи на 44%. Отметим, что во всех трех субстратах с опилками увеличение массы червей происходило на протяжении всего опыта, что указывает на более благоприятную среду.

Незначительный рост червей или последующее снижение массы вермикультуры, числа коконов и молодежи, а также их гибель указывают на непригодность исследуемого субстрата для биоконверсии. В этих средах черви адаптируются медленно, наблюдается подавление репродуктивной активности, черви откладывают мало коконов или совсем погибают. Так, при пребывании в чистом иле к 8-й неделе все черви погибли. А в субстратах с соотношением ила и соломы (и/или опилок) 1:1 увеличение массы вермикультуры было небольшим, отложено малое число коконов, вылупившаяся молодежь быстро погибала.

Таким образом, можно утверждать, что способность червей производить биоконверсию донного ила зависит от наличия и количества в нем наполнителей – соломы или опилок. Наиболее перспективным для биоконверсии иловых масс является субстрат с опилками в соотношении 1:3, последние придают илу рассыпчатую структуру и нейтрализуют щелочную реакцию. Также можно утверждать, что состояние и состав субстрата оказывают влияние на червей, следовательно, необходимо использовать червей в качестве тест-объектов при биотестировании экологического состояния грунтов.

Список литературы

1. Гальченко, С.В. Обоснование использования осадка сточных вод городских очистных сооружений в качестве удобрения / С.В. Гальченко, А.С. Чердакова // Научно- производственный жур-



нал «Экологически.й вестник России». № 3. , М., 2012.,- С. 30-34.

2.Городний, Н. М. Промышленные технологии компостирования и вермикомпостирования органических отходов / Н. М. Городний, А. В. Быкин, Н. А., Пасичник // Материалы II научно-практической конференции «Дождевые черви и плодородие почв» - Владимир - 2004. – Глава I.

3.Иванов, Е.С. Перспективы применения осадка сточных вод очистных сооружений г. Рязани в качестве мелиоранта городских почв / Е.С. Иванов, С.В. Гальченко, Э.И. Смышляев, А.С. Чердакова // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. № 4. –Рязань. 2013 г.- С. 235-245.

4. Игонин, А.М. Переработка органических отходов с помощью новой промышленной линии дождевых (компостных) червей «Владимирский гибрид» (старатель) / А. М. Игонин, И. Н. Титов // Дождевые черви и плодородие почв. Материалы 1-й Международной конференции. -Владимир: - 2002. - с.24-26.

5.Корнеева, И. Ю. Биоиндикационные показатели калифорнийского червя при вермикомпостировании почв с осадком сточных вод кожевенного

производства / И. Ю. Корнеева // В сб. тезисов докладов международной конференции «Интеграция науки и бизнеса в агропромышленном комплексе», Курган, 2014. – С. 228-232.

6.Нефедова, С.А. К вопросу производства удобрений из отходов кожевенного и цементного производства путем вермикомпостирования / С. А. Нефедова, А. А. Коровушкин, И. Ю. Корнеева, И. А. Козеева // Научно-производственный журнал «Аграрная Россия», М., 2014. – С. 28-33.

7.Нефедова, С. А. Рост и репродуктивная активность червей в качестве показателей биотестирования при вермикомпостировании осадка сточных вод / С. А. Нефедова, И. Ю. Корнеева // В сб. материалов международной научно- практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук», Рязань, 2015. – С. 205-208.

8.Нефедова, С.А. Фиторемедиационная реакция растений при загрязнении почвы нефтепродуктами и отходами кожевенного производства / С. А. Нефедова, А. А. Коровушкин, Ю. В. Доронкин, И. Ю. Корнеева, Н. С. Ионочкина // Научно- производственный журнал "Вестник РГТУ имени П. А. Костычева», № 2 (18), Рязань, 2013. – С. 39-41.

A BIOASSAY IN DETERMINING THE SUITABILITY OF SILT SUBSTRATE FOR USE AS FERTILIZER

Shashurina Elena A., Ph.D. Sci., Associate Professor of the Academy of Beekeeping and Modern Biotechnology, FSBEI HE RSATU, phelkalena@mail.ru

Pominchuk Yuliya A., Candidate of Biology, Science, Senior Teacher of the Department of Ecology and Environmental Management, Ryazan State University named after S.A. Yesenin, ulok62@yandex.ru

Redkova Lidiya A., Cand.s.-kh. Sciences, Associate Professor of the Academy of beekeeping and modern bio-technologies FSBEI HE RSGAT, lidiiiia@mail.ru

The purpose of the research was the development of biotesting technology for vermicomcomposable substrate. Bottom sludge with various inclusions was used as a substrate. By the method of bioconversion, the substrate was transformed and made it suitable for the manufacture of fertilizer for the purpose of growing agricultural and horticultural plants. Objects of research: sludge sediment from Orekhovo Lake processed using the "Stara-tel" compost worms. The practical significance of the research lies in the search for indicators for biotesting using vermiculture in the processing of bottom sludge. In the process of work, a different component composition of the experimental substrate was used, in which vermiculture was placed. The adaptive ability of the "Staratel" worms to different concentrations of the sludge used was studied by taking into account biometric indicators, ethology, color, number of generations, number of offspring. As a biometric indicator, the change in the weight of the worms for 12 weeks was used. Weighing was carried out every 7 days. Also took into account the activity and color change of vermiculture. The counted cocoons and hatched fry were counted. It was established that for the productive development of worms the optimum ratio of sludge and inclusions (straw or sawdust) was 1: 3, respectively. When using this ratio of sludge and straw, the mass of vermiculture mass increased from 30 g to 82 g, the number of cocoons reached 12 weeks in 12 weeks, and the hatching young individuals counted 32 individuals. When using sawdust in this ratio, the weight gain was 57 g, the number of cocoons found was 25, and the young hatched from them was 46. Substrates with a 1: 1 ratio of silt and inclusions turned out to be lethal for young hatched individuals. After analyzing a number of indicators of the Prospector worms, we came to the conclusion that they are suitable for use as test objects for biotesting the environmental quality of the substrates produced for living organisms.

Key words: sludge bioassay, the toxicity of the environment, the earthworms, the earthworms "Staratel" vermiculture, vermicomposting, bioconversion

Literatura

1.Gal'chenko, S.V. Obosnovanie ispol'zovaniya osadka stochnyh vod gorodskih ochistnyh sooruzhenij v kachestve udobrenija / S.V. Gal'chenko, A.S.CHerdakova // Nauchno- proizvodstvennyj zhurnal «JEkologicheski.j vestnik Rossii». № 3. , М., 2012.,- С. 30-34. 2.Gorodnij, N. M. Promyshlennye tehnologii kompostirovaniya i vermikompostirovaniya organogennyh othodov / N. M. Gorodnij, A. V. Bykin, N. A., Pasichnik // Materialy II nauchno-prakticheskoy konferencii «Dozhdevye chervi i plodorodie pochv» - Vladimir - 2004. – Glava I.



3. Ivanov, E.S. *Perspektivy primeneniya osadka stochnyh vod ochistnyh sooruzhenij g. Rjazani v kachestve melioranta gorodskih pochv* / E.S. Ivanov, S.V. Gal'chenko, JE.I. Smyshljaev, A.S. Cherdakova // *Problemy mehanizacii agrohimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo hozjajstva*. № 4. –Rjazan'. 2013 g. – S. 235-245.

4. Igonin, A.M. *Pererabotka organicheskikh othodov s pomoshh'ju novoj promyshlennoj linii dozhdevykh (kompostnyh) chervej «Vladimirskij gibril» (staratel')* / A. M. Igonin, I. N. Titov // *Dozhdevye chervi i plodorodie pochv. Materialy 1-j Mezhdunarodnoj konferencii*. -Vladimir: - 2002. - s.24-26.

5. Korneeva, I. JU. *Bioindikacionnye pokazateli kalifornijskogo chervja pri vermikompostirovanii pochv s osadkom stochnyh vod kozhevennogo proizvodstva* / I. JU. Korneeva // *V sb. tezisov dokladov mezhdunarodnoj konferencii «Integracija nauki i biznisa v agropromyshlennom komplekse»*, Kurgan, 2014. – S. 228-232.

6. Nefedova, S.A. *K voprosu proizvodstva udobrenij iz othodov kozhevennogo i cementnogo proizvodstva putem vermikompostirovaniya* / S. A. Nefedova, A. A. Korovushkin, I. JU. Korneeva, I. A. Kozeeva // *Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal «Agrarnaja Rossija»*, M., 2014. – S. 28-33.

7. Nefedova, S. A. *Rost i reproduktivnaja aktivnost' chervej v kachestve pokazatelej biotestirovaniya pri vermikompostirovanii osadka stochnyh vod* / S. A. Nefedova, I. JU. Korneeva // *V sb. materialov mezhdunarodnoj nauchno- prakticheskoi konferencii «Sovremennye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk»*, Rjazan', 2015. – S. 205-208.

8. Nefedova, S.A. *Fitoremediacionnaja reakcija rastenij pri zagrjaznenii pochvy nefteproduktami i othodami kozhevennogo proizvodstva* / S. A. Nefedova, A. A. Korovushkin, JU. V. Doronkin, I. JU. Korneeva, N. S. Ionochkina // *Nauchno- proizvodstvennyj zhurnal "Vestnik RGATU imeni P. A. Kostycheva»*, № 2 (18), Rjazan', 2013. – S. 39-41.



УДК 636.2

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА И СОСТОЯНИЕ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗМА МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ ПРИВЯЗНОМ И БЕСПРИВЯЗНОМ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ

ШЕВХУЖЕВ Анатолий Феофанович, д-р с.-х. наук, профессор, гл. научн. сотрудник кафедры ветеринарии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, shevkhuzhevaf@yandex.ru

УЛИМБАШЕВ Мурат Борисович, д-р с.-х. наук, доцент, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства – филиал, «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Ставрополь, murat-ul@yandex.ru

ХУРАНОВ Алан Мухадинович, канд. вет. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», г. Нальчик

Цель исследования – изучить репродуктивные качества коров красной степной и красно-пестрой пород крупного рогатого скота при привязном и беспривязном способах содержания. Исследования проведены в ООО «Риал-Агро», расположенном в равнинной зоне Прохладненского района Кабардино-Балкарской Республики. Подопытное поголовье коров содержали на привязи с доением в молокопровод и беспривязно в четырехрядных типовых коровниках с доением на установке «Параллель». Установлена большая оплодотворяемость после первого осеменения первотелок красной степной и красно-пестрой пород при беспривязном содержании, которая составила 66,7-70,0% против 53,3-56,7% – при привязном содержании. Наименьшими значениями индекса осеменения характеризовались первотелки беспривязного содержания, у которых в зависимости от породной принадлежности индексы были на 0,2-0,3 ед. ниже, чем у одноименных сверстниц привязного содержания. Подобные различия по показателям оплодотворяемости имели место у более взрослого поголовья. Более продолжительным сервис-периодом характеризовались первотелки привязного содержания, у которых он был на 9-14 суток ($P>0,99$) продолжительнее, чем у содержащихся без привязи, что обеспечило меньшие значения коэффициента воспроизводительной способности – на 0,02-0,04 ед. ($P>0,95$). Независимо от породной принадлежности тенденция менее продолжительных репродуктивных периодов сохранилась также у взрослых коров обеих пород при беспривязном содержании. Следовательно, беспривязный способ содержания коров красной степной и красно-пестрой пород по сравнению с привязным способом благодаря активному моциону способствует увеличению оплодотворяемости после первого осеменения, снижению затрат семени на плодотворное осеменение, что обуславливает оптимальную продолжительность межотельного интервала и высокие значения коэффициента воспроизводительной способности.

Ключевые слова: первотелки, коровы, красная степная, красно-пестрая, воспроизводительная способность, способ содержания.



Введение

На юге страны стратегически значимой породой молочного направления продуктивности является красная степная, разводимая преимущественно в степной зоне, характеризующаяся неприхотливостью к условиям внешней среды и адаптированная к высоким температурам воздуха [1]. Наряду с этой породой в последние годы стали завозить животных красно-пестрой породы, отличающихся высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности [2].

Задачей зоотехнической и ветеринарной служб сельскохозяйственного предприятия является выявление оптимальных условий реализации продуктивности коров в конкретных условиях среды [3-5]. Одним из важных моментов эксплуатации скота на животноводческой ферме является выбор способа содержания, в максимальной степени отвечающий биологическим потребностям организма. В последние годы фермеры предпочитают беспривязный способ содержания, так как в отличие от привязного он приближен к естественным условиям обитания. Разработанность анализируемого вопроса в отечественной и зарубежной литературе не вызывает сомнений, однако необходимость изучения реакций тех или иных пород, наиболее пригодных к существующим условиям, представляется нам актуальной, имеет практическое значение.

Наблюдаемое в последние десятилетия комплектование дойных молочных стад крупного рогатого скота животными с высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности обуславливает нагрузку на обмен веществ, что связано с увеличением потребности в энергии и белке для образования молока. Особенно высока потребность лактирующих животных в питательных веществах в первые четыре месяца лактации, что обусловлено доминированием в этот период молочной доминанты над половой, тогда как с приближением к отелу эта закономерность имеет обратную тенденцию.

Воспроизводство молочного скота продолжает оставаться насущной проблемой, особенно в тех хозяйствах, где разводят высокопродуктивный скот. Решение данной проблемы при условии сохранения высокой молочной продуктивности коровы практически невыполнимая задача, так как, решая проблему получения высокопродуктивных молочных стад, одновременно мы сталкиваемся с вопросами воспроизводства, и чем продуктивнее животные, тем ниже их плодовитость. В этой связи следует так проводить селекционно-племенную работу и технологическую модернизацию ферм и комплексов, чтобы достигнутый уровень продуктивности не оказывал негативного влияния на воспроизводительную функцию. Другими словами, задачей ученых и практиков в молочном скотоводстве является – найти соответствие между показателями продуктивности и плодовитостью коров.

Наукой и практикой определены оптимальные, экономически оправданные показатели воспроизводства высокопродуктивного стада крупного рогатого скота [6]: интервал от отела до 1-го осе-

менения – 45-60 суток; оплодотворяемость первотелок после 1-го осеменения – 50-60%; сервис-период – 60-110 суток; индекс осеменения – до 1,8 доз; межотельный период – 360-400 суток; выход телят на 100 коров – 85-95%. В случае значительных отклонений от указанных значений можно говорить о несоответствии технологии и способа содержания репродуктивному статусу коров.

Различия в репродуктивных качествах коров в зависимости от способа содержания показаны во многих исследованиях ученых [7-9], в большинстве из них указывается преимущество особей, содержащихся на привязи. Между тем, у коров красно-пестрой породы при беспривязном способе содержания на глубокой несменяемой подстилке отмечалась не только наиболее высокая молочная продуктивность, но и лучшая воспроизводительная способность [10], что свидетельствует о том, что применение данного способа позволяет создать наиболее комфортные условия для коров, приближенные к естественным, что, в конечном итоге, оказывает положительное влияние на воспроизводительную способность и приводит к увеличению молочной продуктивности. Вместе с тем неоспоримы такие положительные качества привязного способа содержания как меньшая стрессовая нагрузка на организм из-за отсутствия соперничества за зону отдыха и кормления, увеличение продолжительности продуктивной жизни коров [11, 12]. Из этого следует настоятельная необходимость в изучении влияния разных способов содержания молочного скота на хозяйственно ценные качества животных в связи с породной принадлежностью, уровнем кормления и продуктивностью стада.

Поэтому целью исследования заключалась в изучении воспроизводительного статуса крупного рогатого скота красной степной и красно-пестрой пород при привязном и беспривязном способах содержания.

Материал и методы исследований

Объект исследования – коровы красной степной и красно-пестрой пород.

Исследования проведены в ООО «Риал-Агро», расположенном в равнинной зоне Прохладненского района Кабардино-Балкарской Республики.

Подопытное поголовье коров содержали на привязи с доением в молокопровод и беспривязно в четырехрядных типовых коровниках с доением на установке «Параллель». С целью исключения влияния кормления на изучаемые показатели животные были обеспечены одинаковым количеством заданных кормов, которые составили в среднем 58 ц энергетических кормовых единиц.

Молочная продуктивность стада составляет в среднем 5620 кг молока на корову в год.

Осеменение подопытного поголовья провели искусственно ректо-цервикальным способом.

О показателях воспроизводительной способности коров судили по журналам искусственного осеменения и документам первичного зоотехнического учета.

Межотельный интервал (МОИ) и коэффициент воспроизводительной способности (КВС) уста-



навливали по предложенным Н. Крамаренко [13] формулам:

$$\text{МОИ} = \text{СП} + \text{Ст}, \quad (1)$$

где СП – продолжительность сервис-периода, дней;

$$\text{Ст} = \text{KBC} = 365/i, \quad (2)$$

где KBC – коэффициент воспроизводительной способности;

365 – календарных дней в году;

i – межжотельный интервал (МОИ), дней.

Гематологические показатели – содержание общего белка, гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов – анализировали по общепринятым в ветеринарной практике методам на 2-3-м месяцах 1-й лактации. Кровь брали от 10 голов из каждой группы до утреннего кормления и поения.

Полученный цифровой материал обработали биометрически с использованием микрокалькулятора МК-56 с программирующим устройством в соответствии с алгоритмами, предложенными Н.А. Плохинским [14]. Достоверность разности между значениями признака определяли по таблице Стьюдента, с вычислением средней ариф-

метической и ее ошибки.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты изучения воспроизводительных качеств первотелок красной степной и красно-пестрой пород при разных способах содержания представлены в таблице 1.

Данные, полученные по оплодотворяемости первотелок красной степной и красно-пестрой пород после первого осеменения, свидетельствуют, что наибольшее количество оплодотворенных особей зарегистрировано при беспривязном содержании – 66,7-70,0% против 53,3-56,7% при привязном содержании. Вследствие таких различий оплодотворяемость после второго, третьего и более осеменений была выше в группах привязного содержания. Полученные значения по оплодотворяемости первотелок обусловили различия в количестве доз семени, необходимых для оплодотворения. Так, наименьшими значениями индекса осеменения характеризовались первотелки беспривязного содержания, у которых в зависимости от породной принадлежности индекс был на 0,2-0,3 ед. ниже, чем у одноименных сверстниц привязного содержания.

Таблица 1 – Воспроизводительные качества первотелок при разных способах содержания

	Порода			
	Красная степная		Красно-пестрая	
	Способ содержания			
	привязный (n=30)	беспривязный (n=30)	привязный (n=30)	беспривязный (n=30)
Оплодотворяемость первотелок после осеменения (%):				
- первого	56,7	70,0	53,3	66,7
- второго	23,3	16,7	26,7	23,3
- третьего и более	20,0	13,3	20,0	10,0
Индекс осеменения, доз	2,1±0,09	1,8±0,07	2,2±0,07	2,0±0,05*
Продолжительность стельности, сут.	283±1,6	284±1,8	286±2,0	284±1,7
Сервис-период, сут.	82±2,3	73±1,9**	97±2,9	85±2,5**
Межжотельный период, сут.	365±7,6	357±7,0	357±7,0	369±8,3
Коэффициент воспроизводительной способности, ед.	1,00±0,01	1,02±0,01*	0,95±0,01	0,99±0,02*

Примечание: здесь и далее: * – P>0,95; ** – P>0,99; *** – P>0,999.

Не зарегистрировано достоверных различий по продолжительности стельности подопытных групп первотелок, а полученные значения находились в пределах физиологической нормы для крупного рогатого скота.

Продолжительность сервис-периода первотелок привязного содержания, независимо от породы, была продолжительнее, что связано с более высокими затратами семени на плодотворное осеменение. Так, по группам первотелок красной

степной породы эти различия составили 9 суток (P>0,99), красно-пестрой – 14 суток (P>0,99). Подобная тенденция межгрупповых различий выявлена по межжотельному интервалу, что ожидаемо вследствие взаимосвязи этих показателей воспроизводительной способности.

Коэффициент воспроизводительной способности, определяемый как отношение количества календарных дней в году к продолжительности межжотельного периода, был выше в группах пер-



вотелок, содержащихся без привязи, превосходство которых над сверстницами привязного содержания составило 0,02-0,04 ед. ($P>0,95$).

Более наглядно основные показатели воспроизводительного статуса первотелок красной степной и красно-пестрой пород при разных способах содержания представлены на рисунке.

Обменные процессы в организме животных характеризуют гематологические показатели, результаты которых представлены в таблице 2.

Установлена более высокая концентрация общего белка в крови первотелок беспривязного способа содержания, которая по красной степной породе была выше на 3,7 г/л ($P>0,95$), красно-пестрой – на 3,9 г/л ($P>0,95$). Независимо от способа содержания более интенсивный белковый обмен

демонстрировали животные красно-пестрой породы, а более отчетливо – при беспривязном способе содержания.

По концентрации гемоглобина также регистрировали превосходство первотелок беспривязного способа содержания над сверстницами, содержащимися на привязи. По красной степной породе указанные различия составили в среднем 5,1 г/л ($P>0,95$), по красно-пестрой – 7,5 г/л ($P>0,99$). Более достоверные различия по уровню гемоглобина в крови между первотелками красной степной породы разных способов содержания обусловлены практически одинаковым их содержанием в крови животных привязного содержания разной породной принадлежности.

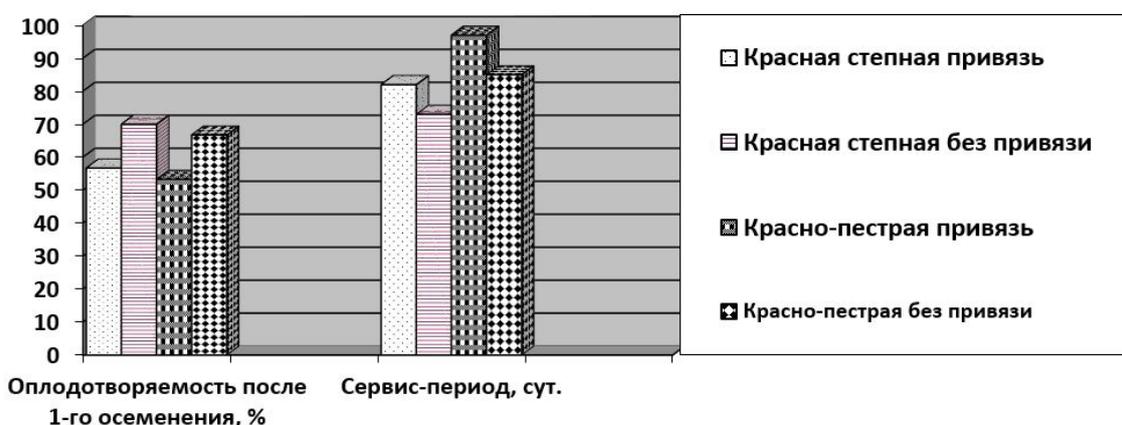


Рис. – Показатели воспроизводительной способности первотелок разного способа содержания

Таблица 2 – Гематологические показатели первотелок разных способов содержания

Показатель крови	Порода			
	Способ содержания			
	Красная степная		Красно-пестрая	
	Способ содержания			
	привязный	беспривязный	привязный	беспривязный
содержание общего белка, г/л норма 70,0-85,0	79,0±0,97	82,7±1,16*	80,4±1,10	84,3±1,24*
концентрация гемоглобина, г/л норма 99,0-129,0	112,5±1,54	117,6±1,73*	113,8±1,62	21,3±1,85**
количество эритроцитов, $10^{12}/л$ норма 5,0-7,5	5,7±0,11	6,3±0,14	6,2±0,15	6,9±0,18*
количество лейкоцитов, $10^9/л$ норма 4,5-12,0	8,9±0,20	8,2±0,16*	8,5±0,17	7,8±0,14**

Интенсивность протекания окислительно-восстановительных реакций в организме особей беспривязного способа содержания значительно выше, чем у сверстниц привязного содержания, что подтвердили значения, полученные по концентрации эритроцитов. Так, различия между первотелками сравнимых способов содержания составили $0,6-0,7 \times 10^{12}/л$ ($P>0,99$).

Количество лейкоцитов, характеризующих за-

щитные функции организма, было выше в крови коров красной степной и красно-пестрой пород привязного способа содержания, превосходство его над этим показателем у сверстниц беспривязного способа составило в среднем $0,7 \times 10^9/л$ ($P>0,95-0,99$). При прочих равных условиях содержание лейкоцитов в крови подопытного поголовья находилось в пределах видовой нормы, что свидетельствует о высоких защитных механизмах



организма.

Результаты дальнейших исследований по изучению воспроизводительной способности коров красной степной и красно-пестрой пород в зависимости от способа содержания представлены в таблице 3.

Следует отметить, что, независимо от породной принадлежности и способа содержания коров, оплодотворяемость после первого осеменения снизилась по сравнению со значениями у первотелок. При прочих равных условиях большей оплодотворяемостью отличались коровы беспривязного содержания, у которых она составила 55,6-60,7%, что на 3,7-7,2% больше, чем у представительниц привязного способа содержания. Оплодотворяемость после второго осеменения у коров красной степной и красно-пестрой пород при привязном содержании была практически одинаковой и составила 28,6-29,6%, при беспривязном – 25,0-25,9%. У коров обеих пород наименьшее количество особей оплодотворено после третьего

и более осеменений. Наименьшее количество таких животных зарегистрировано в группе красного степного скота, содержащегося без привязи, что является положительным моментом воспроизводства стада.

Большее количество доз на оплодотворение затрачивалось у коров привязного содержания, у которых индекс осеменения варьировал в пределах 2,3-2,6 доз семени, что на 0,2-0,3 ($P>0,95$) больше, чем у одноименных сверстниц беспривязного способа содержания.

По продолжительности сервис-периода лучшими значениями отличались коровы беспривязного содержания. Так, этот период по группе красной степной породы был ниже такового у особей привязного содержания на 13 сут. ($P>0,99$), красно-пестрой – на 14 сут. ($P>0,95$). Все это обеспечило коровам, содержащимся без привязи, менее продолжительный интервал между отелами: по красным степным – на 15 суток ($P>0,95$), по красно-пестрым – на 12 суток.

Таблица 3 – Репродуктивные качества коров разных пород при привязном и беспривязном способах содержания

Показатель крови	Порода			
	Способ содержания			
	Красная степная		Красно-пестрая	
	Способ содержания			
	привязный	беспривязный	привязный	беспривязный
содержание общего белка, г/л норма 70,0-85,0	80,6±0,84	84,0±0,92*	82,4±1,02	86,3±1,13*
концентрация гемоглобина, г/л норма 99,0-129,0	114,2±1,37	119,8±1,52*	115,3±1,54	124,5±1,77***
количество эритроцитов, $10^{12}/л$ норма 5,0-7,5	6,1±0,10	6,8±0,12***	6,5±0,13	7,2±0,16**
количество лейкоцитов, $10^9/л$ норма 4,5-12,0	9,1±0,15	8,6±0,12*	8,8±0,16	8,2±0,13**

Зарегистрирована более высокая концентрация общего белка, гемоглобина и эритроцитов в крови коров беспривязного способа содержания, превосходство которых над сверстницами привязного способа составило по красно-пестрой породе – 3,9 г/л ($P>0,95$), 9,2 г/л ($P>0,999$) и $0,7 \times 10^{12}/л$ ($P>0,99$) соответственно, красной степной – 3,4 г/л ($P>0,95$), 5,6 г/л ($P>0,95$) и $0,7 \times 10^{12}/л$ ($P>0,999$). Указанные различия между коровами красной степной и красно-пестрой пород разных способов содержания свидетельствуют о более интенсивном протекании окислительно-восстановительных процессов в организме особей беспривязного способа содержания.

Количество лейкоцитов в крови коров привязного способа содержания было выше относительно сверстниц, содержащихся без привязи. Отличия сравниваемых групп животных по красной степной породе составили $0,5 \times 10^9/л$ ($P>0,95$), по красно-пестрой – $0,6 \times 10^9/л$ ($P>0,99$).

Следовательно, независимо от породной принадлежности, коровы беспривязного содержания отличались от сверстниц, содержащихся на привязи, более высоким обменом веществ. В то же время у всего подконтрольного поголовья гематологические показатели находились в пределах видовой физиологической нормы, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии здоровья.

Заключение

Эксплуатация маточного поголовья красной степной и красно-пестрой пород при беспривязном способе содержания по сравнению с привязным обеспечила более высокие репродуктивные качества: у коров увеличилась оплодотворяемость после первого осеменения, снизилось затраты семени на плодотворное осеменение, что обусловило оптимальную продолжительность межотельного интервала и высокие значения коэффициента воспроизводительной способности.



Независимо от породной принадлежности у коров беспривязного содержания обменные процессы протекали на более высоком уровне по сравнению со сверстницами привязного способа.

Список литературы

1. Шевхужев, А.Ф. Молочное скотоводство Северного Кавказа (монография) / А.Ф. Шевхужев, М.Б. Улимбашев // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. - № 9. – С. 29-31.

2. Шевхужев, А.Ф. Молочная продуктивность и качество молока симментальского скота при скармливании препарата БиоталПлатинум / А.Ф. Шевхужев, Д.Р. Смакуев // Зоотехния. – 2009. - № 12. – С. 16-19.

3. Ковалева, Г.П. Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные способности крупного рогатого скота / Г.П. Ковалева, М.Н. Лапина, Н.В. Сулыга, В.А. Витол // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 54. - № 2. – С. 93-97.

4. Улимбашев, М.Б. Воспроизводительная способность и иммунологический статус симментальского и помесного скота / М.Б. Улимбашев, А.С. Тхашигугова, Е.Р. Гостева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 2. – С. 82-91.

5. Назарченко, О.В. Изменчивость, наследуемость сервис-периода у дочерей быков-производителей голштинских линий / О.В. Назарченко, В.А. Забродин // Аграрный вестник Урала. – 2011. - № 6 (85). – С. 30-31.

6. Агалакова, Т.В. Способы оценки адаптации коров к промышленным технологиям с беспривязным содержанием животных / Т.В. Агалакова, В.И. Нетеча, Ю.Н. Щепина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2008. - № 11. – С. 172-177.

7. Левина, Г.Н. Продуктивное долголетие и воспроизводительная функция коров ярославской породы при разных системах и способах содержания / Г.Н. Левина, М.С. Шайкина // Вестник Воронеж-

ского государственного аграрного университета. – 2013. - № 1 (36). – С. 204-206.

8. Мартынова, Е.Н. Проблема воспроизводства в молочном скотоводстве и пути ее решения / Е.Н. Мартынова, Г.В. Азимова, Ю.В. Исупова, В.С. Сухова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. - № 3 (48). – С. 38-44.

9. Ефимова, Л.В. Воспроизводительные качества высокопродуктивных коров красно-пестрой породы при разных способах содержания / Л.В. Ефимова, Т.В. Зазнобина, О.В. Иванова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - № 7. – С. 86-92.

10. Кулакова, Т.В. Влияние способов содержания на молочную продуктивность и воспроизводительную способность коров / Т.В. Кулакова, Л.В. Ефимова, О.В. Иванова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. - №8 (154). – С. 127-132.

11. Стрекозов, Н.И. Основные направления интенсификации молочного скотоводства в Российской Федерации / Н.И. Стрекозов // Молочная промышленность. – 2009. - № 4. – С. 34-36.

12. Улимбашев, М.Б. Продолжительность использования и пожизненная продуктивность отечественного и импортного скота в стадах с разной технологией содержания / М.Б. Улимбашев, Ж.Т. Алагирова // В сборнике: Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных. Материалы международной научно-практической конференции. – Дубровицы, 2015. – С. 147-150.

13. Крамаренко, Н.М. Организация воспроизводства стада и племенной работы в условиях промышленной технологии производства молока / Н.М. Крамаренко. – М.: Колос, 1974. 209с.

14. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 255с.

REPRODUCTIVE QUALITIES OF DAIRY CATTLE IN TETHERED AND LOOSE WAYS CONTENT

Shevhezhev Anatolij F., doctor of agricultural Sciences, professor of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Agrarian Center», 355017, Stavropol city, Zootechnical lane, 15.

Ulimbashev Murat B., doctor of agricultural Sciences, assistant professor of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Agrarian Center», 355017, Stavropol city, Zootechnical lane, 15, tel. 8-963-393-70-87, e-mail: murat-ul@yandex.ru.

Huranov Alan M., candidate of veterinary Sciences, associate professor of veterinary medicine FSEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University by V.M. Kokov», 360030, Nalchik, Lenin Avenue, 1 v, 360030, Nalchik, Street Lenin, 1 «v».

The aim of the study is to study the reproductive qualities of cows of red steppe and red-mottled breeds of cattle with tethered and loose methods of maintenance. The research was carried out in LLC "Rial-Agro", located in the flat zone of the cool district of Kabardino-Balkarian Republic. The experimental livestock of cows was kept on a leash with milking in the milk pipeline and incoherently in four-row standard barns with milking on the installation "Parallel". A large fertilization after the first insemination of heifers of red steppe and red-mottled breeds with loose content was established, which amounted to 66,7-70,0% against 53,3-56,7% - with tethered content. The lowest values of the insemination index were characterized by first-calf heifers of loose content, which, depending on the breed affiliation, were 0,2-0,3 units ($P>0,99$) lower than that of the same-named peers of tied content. Similar differences in fertility rates have occurred in older livestock. A longer service period was characterized by first-calf heifers of tethered content, in which it was 9-14 days ($P>0,99$) longer than in those



without a leash, which provided lower values of the reproductive capacity coefficient – by 0,02-0,04 units ($P>0,95$). Regardless of the breed, the tendency of less long reproductive periods was also preserved in adult cows of both breeds with loose maintenance. Consequently, the loose method of keeping cows of the red steppe and red-mottled breeds in comparison with the tethered method due to the active diet contributes to an increase in fertilization after the first insemination, reducing the cost of seed for fruitful insemination, which determines the optimal duration of the interbody interval and high values of the coefficient of reproductive ability.

Key words: heifers, cows, red steppe, red-mottled, reproductive ability, method of maintenance.

Literatura

1. Shevhuzhev, A.F. Molochnoe skotovodstvo Severnogo Kavkaza (monografiya) / A.F. Shevhuzhev, M.B. Ulimbashev // *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. – 2013. - № 9. – S. 29-31.
2. Shevhuzhev, A.F. Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka simmental'skogo skota pri skarmlivanii preparata BiotalPlatinum / A.F. Shevhuzhev, D.R. Smakuev // *Zootekhnika*. – 2009. - № 12. – S. 16-19.
3. Kovaleva, G.P. Vliyaniye nekotoryx paratipicheskix faktorov na vosproizvoditel'ny'e sposobnosti krupnogo rogatogo skota / G.P. Kovaleva, M.N. Lapina, N.V. Suly'ga, V.A. Vitol // *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2017. – T. 54. - № 2. – S. 93-97.
4. Ulimbashev, M.B. Vosproizvoditel'naya sposobnost' i immunologicheskij status simmental'skogo i pomesnogo skota / M.B. Ulimbashev, A.S. Txashigugova, E.R. Gosteva // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. – 2015. - № 2. – S. 82-91.
5. Nazarchenko, O.V. Izmenchivost', nasleduemost' servis-perioda u docherej by'kov-proizvoditelej golshhtinskix linij / O.V. Nazarchenko, V.A. Zabrodin // *Agrarnyj vestnik Urala*. – 2011. - № 6 (85). – S. 30-31.
6. Agalakova, T.V. Sposoby ocenki adaptacii korov k promy'shlennym texnologiyam s besprivyaznym soderzhaniem zhivotnyx / T.V. Agalakova, V.I. Netecha, Yu.N. Shhepina // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. – 2008. - № 11. – S. 172-177.
7. Levina, G.N. Produktivnoe dolgoletie i vosproizvoditel'naya funkciya korov yaroslavskoj porody pri raznyx sistemax i sposobax soderzhaniya / G.N. Levina, M.S. Shajkina // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2013. - № 1 (36). – S. 204-206.
8. Marty'nova, E.N. Problema vosproizvodstva v molochnom skotovodstve i puti ee resheniya / E.N. Marty'nova, G.V. Azimova, Yu.V. Isupova, V.S. Suxova // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. – 2016. - № 3 (48). – S. 38-44.
9. Efimova, L.V. Vosproizvoditel'ny'e kachestva vy'sokoproduktivnyx korov krasno-pyostroj porody pri raznyx sposobax soderzhaniya / L.V. Efimova, T.V. Zaznobina, O.V. Ivanova // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. – 2018. - № 7. – S. 86-92.
10. Kulakova, T.V. Vliyaniye sposobov soderzhaniya na molochnuyu produktivnost' i vosproizvoditel'nuyu sposobnost' korov / T.V. Kulakova, L.V. Efimova, O.V. Ivanova // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2017. - №8 (154). – S. 127-132.
11. Strekozov N.I. Osnovny'e napravleniya intensivifikacii molochnogo skotovodstva v Rossijskoj Federacii / N.I. Strekozov // *Molochnaya promy'shlennost'*. – 2009. - № 4. – S. 34-36.
12. Ulimbashev, M.B. Prodolzhitel'nost' ispol'zovaniya i pozhiznennaya produktivnost' otechestvennogo i importnogo skota v stadax s raznoj texnologiej soderzhaniya / M.B. Ulimbashev, Zh.T. Alagirova // *V sbornike: Puti prodleniya produktivnoj zhizni molochnyx korov na osnove optimizacii razvedeniya, texnologij soderzhaniya i kormleniya zhivotnyx Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Dubrovicy, 2015. – S. 147-150.
13. Kramarenko, N.M. Organizaciya vosproizvodstva stada i plemennoj raboty v usloviyax promy'shlennoj texnologii proizvodstva moloka / N.M. Kramarenko. – M.: Kolos, 1974. 209s.
14. Ploxinskij, N.A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootexnikov / N.A. Ploxinskij. – M.: Kolos, 1969. – 255s.





УДК 631.626

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», 89066486088@mail.ru.

ШТУЧКИНА Анна Сергеевна, ст. преп. кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», anohina83@mail.ru.

ГАВРИЛИНА Ольга Петровна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», gavrulina-o@list.ru.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье рассмотрена проблема мелиорации переувлажненных земель для нужд сельского хозяйства, подробно описана осушительная система, которая повысит эффективность их использования. Осушительная система включает колодец с лучевыми дренами и водоприемник, при этом колодец и водоприемник расположены на разных уровнях. Система отличается тем, что водоприемник выполнен открытым каналом, соединенным посредством проводящей сбросной трубы с колодцем-собирателем с лучевыми дренами, регулирующим сооружением, которое размещено в конце проводящей сбросной трубы над открытым каналом и выполнено вертикальным патрубком с регулируемым сифоном, коротким водосливным патрубком, обеспечивающим свободное истечение дренажной воды в открытый канал. Сифон и водосливной патрубок присоединены посредством штока шарнирно к концу рычага в виде привода, связанного с грузом-поплавком, рычаг соединен средней частью с бортом колодца-собирателя, а другой его конец снабжен грузом-поплавком с возможностью вертикального перемещения относительно перемещения сифона с водосливным патрубком на противоположное. Регулирующее сооружение с колодцем-собирателем расположены в последовательном порядке, при этом колодец-собиратель дополнительно снабжен рабочей камерой с грузом-поплавком, и разделительная перегородка установлена с зазором относительно дна колодца-собирателя, причем вертикальный патрубок в своей нижней части снабжен сбросной трубкой с вентилем. Проведен анализ урожайности культур при регулировании водного режима земель и без регулирования.

Ключевые слова: мелиорация, осушительные системы, урожайность, экология.

Введение

Осушение, являясь важной составной частью комплексной мелиорации земель, имеет огромное значение для Нечерноземной зоны России, на территории которой насчитываются миллионы гектаров болот и заболоченных земель, продуктивное использование которых возможно только на основе осушения. Осушительные мелиорации в сочетании с окультуриванием и рациональным использованием земли значительно повышает урожай в сравнении с естественным уровнем.

Мелиоративные системы, являясь составной частью агроландшафта, должны быть прежде всего экологически сбалансированными, надежными, то есть сохранять экологическое равновесие в установленных пределах в течение длительного времени [1].

В данной статье рассматривается перспективная, на наш взгляд, осушительная система, при использовании которой соблюдаются все выше-названные условия.

Устройство и принцип работы осушительной системы

Изобретение относится к гидромелиоративному строительству дренажной сети и может быть использовано для автоматического регулирования уровня грунтовых вод на закрытых осушительно-увлажнительных системах. Осушитель-

ная система (рисунки 1-4) включает локальную дренажную систему, расположенную в замкнутом контуре. Начало лучевых дрен 3 соединяют с дренажной системой, вторые концы отводят в сторону устройства колодца-собирателя 4 с разноуровневыми лучевыми дренами 3, образуя выходы 5 в колодце-собирателе 4. Колодец-собиратель 4 соединяют с водоприемником, выполненным в виде открытого канала 6 посредством приемного отверстия проводящей сбросной трубы 7 и устья 8. Сбросная проводящая труба 7 на выходе включает регулирующее сооружение, включающее удлиненный сифон 10, закрепленный к вертикальному патрубку 9 в виде сварного корпуса. Сифон 10 состоит из жестких колец 12 и гофрированного чехла 13 из эластичного материала. Сифон 10 закреплен к рычагу 14 с коротким водосливным патрубком, имеющим диаметр меньший, чем диаметр сифона 10, снабженного прижимными рейками 15. Водосливной патрубок 11 с сифоном 10 прикреплены своими верхними концами к шарнирно-рычажному механизму, включающему груз-поплавок 19, размещенный в дополнительной рабочей камере 20 с разделительной перегородкой 21 колодца-собирателя 4. Разделительная перегородка 21 установлена с зазором относительно дна колодца-собирателя. Днище вертикального патрубка снабжено трубкой 22 с вентилем 23.

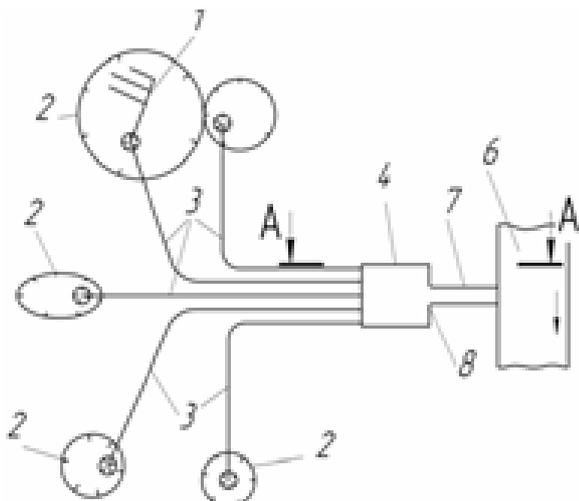


Рис. 1 – осушительная система, план

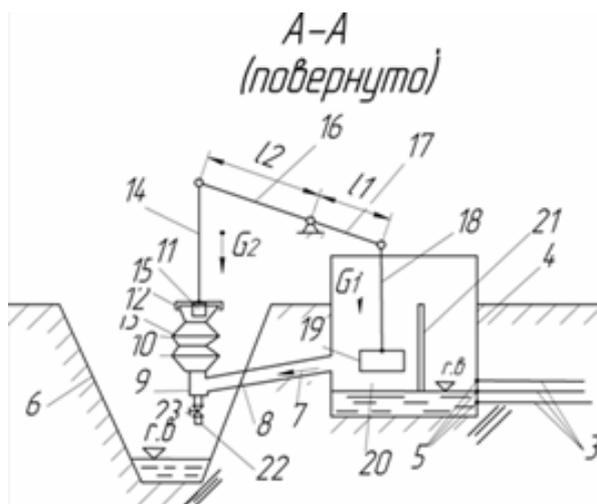


Рис. 2 – схема соединения колодца-собира-теля с регулирующим сильфоном с шарнирно-рычажным механизмом, разрез А-А на рис. 1

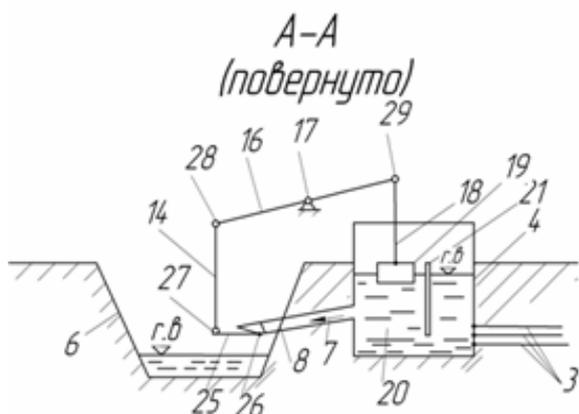


Рис. 3 – вариант выполнения регулирующего клапана, соединенного с рычажно-шарнирным механизмом

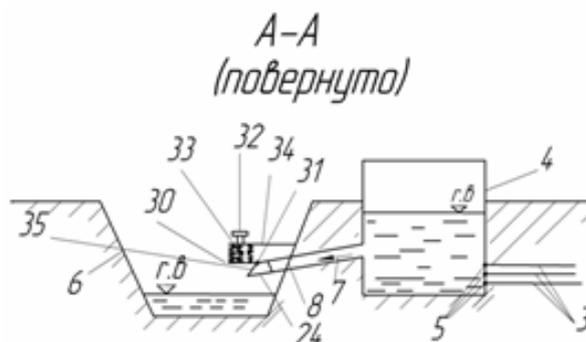


Рис. 4 – вариант выполнения регулирующего запорного органа в виде шарнирно установленной и закрепленной пластиной

Осушительная система работает следующим образом.

При избыточном природном увлажнении вода в лучевую дрена 3 поступает по локально дренажной системе 1 из замкнутых понижений 2 через фильтрующие известные материалы засыпки или с применением отходов материалов легкой промышленности, расположенных под пахотным или иным горизонтом осушаемого участка, в частности песка, гравия, шлака или синтетических отходов. Лучевые дрены 3 отводят воду в колодец-собира-тель 4 через выходы 5. Индивидуальный выход разноуровневых лучевых дрен 3 в колодец-соби-ратель 4 ограничен разделительной перегородкой 21 для устранения волнений на водной поверхности в дополнительной успокоительной камере 20 грузом-поплавком 19. При этом количество воды, поступающей из дрен 1 в колодец-собира-тель 4 и переток воды в дополнительную рабочую камеру 20 (успокоительную) с грузом-поплавком 19, регулируется по высоте колодца 4 перемещением разделительной стенки 21, т.е. в зависимости от коле-

баний притока воды из дрен 1. Это обеспечивает надежную и устойчивую работу груза-поплавка 19 перед приемным отверстием сбросной проводящей трубы 7 и далее слив в открытый канал 6. В результате происходит снижение инерционности поступления потока воды в дополнительную камеру 20 с грузом-поплавком 19.

Вертикальный патрубок 9 выполнен сварным корпусом, к которому закреплен удлиненный сильфон 10 из жестких колец 12 с гофрой 13 в растянутом состоянии. По мере наполнения воды в колодце-собирателе 4 гофра 13 сжимается за счет всплытия груза-поплавка 19, давление которого передается посредством рычажно-шарнирного механизма на водосливной патрубок 11 (водослив). Так происходит до тех пор, пока уровень в колодце-собирателе 4 не понизится до отметки отверстия сбросной проводящей трубы 7 – сброс воды заканчивается. По мере наполнения колодца-собира-теля 4 уровень воды снова повышается, груз-поплавок 19 поднимается вверх, а водосливной патрубок 11 и сильфон 10 – опускаются вниз.



Для случаев освобождения от воды или промывку наносов вертикального патрубка 9 с данными элементами открывают на трубке 22 вентиль 23 и сбрасывают воду с наносами в открытый канал 6.

При отсутствии в колодце-собирателе 4 воды груз-поплавков 19 занимает крайне нижнее положение, а конец сиффона 10 с водосливным патрубком 11 находятся в верхнем положении над вертикальным патрубком 9. Затем происходит накопление дренажной воды в колодце-собирателе 4. По мере накопления воды в дополнительной рабочей камере 20 груз-поплавков 19 поднимается, соответственно, вода поступает в сбросную проводящую трубу 7, сжимая сиффон 10, и пропускает излишний расход через водосливной патрубок 11 (водослив).

Увеличение расходов, поступающих из разноразмерных лучевых дрен 3, вызывает дальнейшее наполнение дополнительной рабочей камеры 20, связанной с колодцем-собирателем 4 с разделительной перегородкой 21 (консольной), соответственно, большее сжатие сиффона 10 с водосливным патрубком 11 и сброс излишков в открытый канал 6. Таким образом, сиффон сжимается тем больше, чем больше излишний расход, требующий пропуска через сбросную проводящую трубу 7. При этом уровень воды в рабочей камере 20 колодца-накопителя 4 остается постоянным.

Таким образом, в результате применения принципа самобалансирующейся дополнительной рабочей камеры 20 с грузом-поплавком 19 уровень воды в колодце-собирателе 4 и величина сбросного расхода взаимосвязаны. Благодаря этому конструкция обладает способностью контроля и саморегулировки для дренажной системы 1, что очень важно в эксплуатации, так как осушительная система реагирует на изменения оттока воды из дрен в процессе работы и выполняет регулировку автоматически.

Использование предлагаемого изобретения дает возможность сбрасывать воду в автоматическом режиме с переувлажненных участков замкнутого контура с понижениями, и во многих случаях исключить из технологии работ по устройству коллектора трудоемкую и малоэффективную операцию на таких рельефно-климатических зонах в качестве использования сбросных сооружений и исключить ручной труд.

Эффективность предлагаемой системы заключается также в том, что конструкция сбросных устройств с новыми элементами обладает такими качествами как простота, легкость, малая материалоемкость элементов колодца и запорного органа; прогрессивность конструктивных элементов, которые могут быть изготовлены из полимерных материалов; надежность и точность поддержания уровней грунтовых вод в дренах с обеспечением дифференцированного регулирования заданных уровней в колодце-собирателе.

Результатом предлагаемого технического решения является повышение эффективности работы и расширение эксплуатационных возможностей

путем поддержания заданного перепада между уровнями воды в колодце-собирателе и дренами.

Указанный технический результат достигается тем, что в осушительной системе, включающей колодец с лучевыми дренами и водоприемник, при этом колодец и водоприемник расположены на разных уровнях.

Водоприемник выполнен открытым каналом, соединенным посредством проводящей сбросной трубы с колодцем-собирателем с лучевыми дренами, регулирующим сооружением, которое размещено в конце проводящей сбросной трубы над открытым каналом и выполнено вертикальным патрубком с регулируемым сиффоном, коротким водосливным патрубком, обеспечивающим свободное истечение дренажной воды в открытый канал. Сиффон и водосливной патрубок присоединены посредством штока шарнирно к концу рычага в виде привода, связанного с грузом-поплавком, рычаг соединен средней частью с бортом колодца-собирателя, а другой его конец снабжен грузом-поплавком с возможностью вертикального перемещения относительно перемещения сиффона с водосливным патрубком на противоположное. Регулирующее сооружение с колодцем-собирателем расположены в последовательном порядке, при этом колодец-собиратель дополнительно снабжен рабочей камерой с грузом-поплавком, и разделительная перегородка установлена с зазором относительно дна колодца-собирателя, причем вертикальный патрубок в своей нижней части снабжен сбросной трубкой с вентилем. Кроме того, короткий водосливной патрубок выполнен диаметром меньшим, чем диаметр сиффона.

Такая осушительная система позволяет улучшить отвод поверхностных и подземных вод через систему дрен с переувлажненных участков и замкнутых понижений, например, при строительстве жилых комплексов, производственных и промышленных зданий, а также с заболоченных участков мелиорации, которые невозможно осушить традиционными системами горизонтального дренажа с помощью открытых каналов. Все это вместе взятое устранит применение крупных коллекторных труб для сбора из дрен, смотровых колодцев по длине коллекторов, вследствие чего снижается заиливание дрен, а значит, происходит экономия капитальных вложений, направленных на их очистку, а также сохраняется плодородие почв. Кроме того, такая система позволяет обеспечить точное и надежное поддержание уровней грунтовых вод, а также гибкое и дифференцированное задание уровней на осушаемых участках на замкнутых контурах понижения в зависимости от погодных условий [2].

Нами были проведены лабораторно-полевые исследования по оценке экономической эффективности осушения переувлажненных земель в ООО «Разбердеевское» Спасского района Рязанской области. Для этого определили фактический урожай сена многолетних трав на участках с регулированием и без регулирования водного режима [3]. Результаты приведены в таблице.



Таблица – Результаты лабораторно-полевых исследований урожайности многолетних трав в ООО «Разбердеевское» Спасского района Рязанской области

Годы	Урожайность, ц/га (участки с регулированием водного режима)		Урожайность, ц/га (участки без регулирования водного режима)		Прибавка урожая, ц/га
2015	24,96	11,06	17,87	8,07	5,04
2016	26,05	9,03	20,13	7,63	3,66
2017	22,07	10,04	16,44	5,75	4,96

Таким образом, прибавка урожая сена многолетних трав от регулирования водного режима за период наблюдений составила 4,56 ц/га.

Заключение

Практическая работоспособность предлагаемой системы очевидна и она вписывается в рельефно-климатические зоны разных регионов страны, например, Московской области, Рязанской области и других.

Именно совокупность существенных отличительных признаков позволяет получить новый технический результат – повышение эффективности работы и расширение эксплуатационных возможностей путем поддержания заданного перепада между уровнями воды в колодце-собирателе и дренами и экологической гармонии с природной средой.

THE EFFICIENCY OF DRAINAGE SYSTEMS AT RECLAMATION OF WETLAND SOILS OF THE NONCHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Borychev Sergey N., doctor of technical Sciences, Professor, Department "Construction of engineering structures and mechanics", 89066486088@mail.ru

Stuchkina Jeanne S., senior lecturer, Department of "Construction of engineering structures and mechanics", anohina83@mail.ru.

Gavrilina Olga P., candidate. technical Sciences, associate Professor, Department "Construction of engineering structures and mechanics", gavrilina-o@list.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The article deals with the problem of reclamation of wetlands for agriculture, described in detail the drainage system that will increase the efficiency of their use. Drainage system comprising a well with radial drains and a water intake, wherein the well and the water intake are located at different levels, characterized in that the water intake is made by an open channel connected by a conducting discharge pipe with a collecting well with radial drains, regulating structure, which is placed at the end of the conducting discharge pipe over the open channel and is made of a vertical branch pipe with adjustable bellows, a short drain pipe, providing free drainage of water into the open drain pipe channel, in this case, the bellows and the spillway are connected by means of a rod pivotally to the end of the lever in the form of a drive associated with the load-float, the lever is connected to the middle part with the side of the collector well, and the other end is provided with a load-float with the possibility of vertical movement relative to the movement of the bellows with the spillway to the opposite, regulating structure with the collector well are arranged in a sequential order, in this case, the collector well is additionally equipped with a working chamber with a float load and a separation partition is installed with a gap relative to the bottom of the collector well, and the vertical branch pipe in its lower part is provided with a discharge tube with a valve. The analysis of crop yields in the regulation of water regime of land and without regulation.

Key words: reclamation, drainage systems, productivity, ecology.

Literatura

1. *Sovremennye problemy melioracii i vodnogo hozyajstva. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Tom II.* – М., 2009. – 416 стр.

2. Пат. 2 579 182 S1 Российская Федерация, МПК E02V 11/00 (2006.01). Осушительная система /А.С. Штучкина/; заявитель и патентообладатель А.С.Штучкина - № 2014150892/13 ;заявл. 15.12.2014 г.; опубл. 10.04.2016 г., Бул. № 10. – 12 с.

3. Оптимизация параметров водного режима осушенных и сопредельных земель с учетом надежности мелиоративных систем: монография. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – 376 с.



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 631.356.46.02

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ СРЕЗА ЕДИНИЧНОГО СТЕБЛЯ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОТВЫ

АБРАМОВ Юрий Николаевич, соискатель кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, university@rgau.ru

Экономика нашей страны во многом зависит от состояния развития сельскохозяйственного производства. Российская Федерация традиционно занимает третье место в мире по производству картофеля, уступая лидерство лишь Китаю и Индии. На ее долю приходится около 8% от общего мирового валового сбора картофеля. С 2001 по 2018 год валовые сборы картофеля в России составили 74 млн 426 тыс. тонн. В общем комплексе механизированных работ при возделывании картофеля уборка картофеля является одной из главных операций. От качества уборки, полноты сбора урожая во многом зависит эффективность возделывания картофеля в хозяйстве. При уборке картофеля картофелеуборочными машинами и комбайнами производительность их в значительной степени зависит от состояния картофельной ботвы. При сильно развитой и полеглой ботве производительность уборочных машин резко падает из-за забивания рабочих органов, а в отдельных случаях их работа вообще невозможна. Поэтому для облегчения работы картофелеуборочных машин картофельную ботву перед уборкой необходимо удалять. Но процесс уборки ботвы весьма трудоемкий, включающий ряд операций, таких как срез, сгребание и транспортировку, каждая из которых выполняется отдельной машиной. Предложенная нами ботвоудалительная машина, снабженная шарнирными рабочими органами, предназначенными для дробления ботвы, существенно улучшает агрокультуру при механизированной уборке картофеля. Использование предложенного устройства позволяет сократить количество механизированных операций и увеличить производительность картофелеуборочных машин. В представленной статье приведена методика и результаты экспериментальных исследований, позволяющих определить усилия среза единичного стебля картофельной ботвы. Полученные данные позволяют производить расчет основных рабочих органов режущих шарнирных элементов, роторных ботводробителей.

Ключевые слова: усилие среза, ботва, картофель.

Введение

При уборке картофелеуборочными машинами и комбайнами производительность их в значительной степени зависит от состояния картофельной ботвы. При сильно развитой и полёглой ботве производительность уборочных машин резко падает из-за забивания рабочих органов, а в отдельных случаях их работа вообще невозможна.

В конструкции картофелеуборочных комбайнов имеются рабочие органы по удалению картофельной ботвы и растительных остатков. Однако они работают неудовлетворительно [1, 2].

Поэтому в настоящее время все большее применение находят машины для предварительного удаления ботвы.

С развитием картофелеуборочной техники совершенствуется технология уборки, которая включает обязательное удаление ботвы картофеля и растительных остатков.

К настоящему времени при комбайновой уборке определились два направления в приемах удале-

ния ботвы:

- предуборочное удаление ботвы с поля;
- отделение ботвы от клубней в картофелеуборочных комбайнах.

Известны два способа предуборочного удаления ботвы: механический и химический. Механический способ основан на непосредственном воздействии рабочих органов на ботву, причём результаты воздействия сказываются незамедлительно. Механическое ботвоудаление можно разделить на три вида: резание, дробление, тербление. При первых двух способах удаляется надземная часть ботвы, что значительно облегчает работу картофелеуборочного комбайна. При резании и дроблении выше энергетические затраты, однако при терблении стеблевой ботвы она не разрушается, а увядает, что затрудняет работу картофелеуборочных машин. В то же время, удаление ботвы способом тербления представляет определённый интерес, так как при этом способе нарушается связь между клубнями и ботвой, и



ботва полностью удаляется. Однако до сего времени не создано ботвоудалителя теребильного типа, надёжно работающего в хозяйственных условиях [1, 2].

Появление в конце 50-60 годов отечественных машин роторного типа, таких как КИР-1,5, УБД-3, БД-4 дало возможность механизировать процесс уборки картофельной ботвы.

Но в процессе эксплуатации замечено, что роторные машины обладают рядом недостатков, вызванных несовершенством конструкции ротора, его кинематических режимов, недостаточной уравновешенностью и рядом других.

Поэтому исследования, направленные на совершенствование конструкции машин роторного типа, представляются весьма важными.

Цель исследования

В связи с вышесказанным цель исследования заключалась в повышение эффективности технологии уборки картофеля за счет создания ротора ботводробителя с шарнирными ножами различной длины.

Методика экспериментального исследования

Основными параметрами ротора с шарнирными элементами являются линейная скорость

ножа V_H при бесподпорном срезе, переменный диаметр резания, длина режущих элементов, частота вращения ротора.

Линейная скорость ножа V_H при бесподпорном срезе может быть определена из следующих соотношений.

Рассмотрим срезание свободно стоящего стебля без опоры. Его можно представить как консольную балку, жестко закрепленную в основании и подвергающуюся действию силы среза R_c ножа со скоростью на высоте H .

При ударном действии ножа с усилием резания R_c в стебле возникают усилия сопротивления изгибу $P_{из}$ и силы инерции $P_{ин}$. Условием среза стебля будет:

$$P_c < P_{из} + P_{ин}, \quad (1)$$

За время удара Δt режущего ножа стебель отклонится на величину

f – стрелы прогиба стебля, которая равняется:

$$f = \frac{R_c \cdot H^3}{3 \cdot E \cdot J}, \quad (2)$$

где f – модуль упругости;

J – момент инерции сечения стебля;

H – высота среза.

Откуда силу сопротивления изгибу найдем как:

$$P_{из} = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot J}{H^3}, \quad (3)$$

Найдем силу инерции:

$$P_{ин} = m \cdot j, \quad (4)$$

где m – масса стебля;

j – среднее ускорение ножей.

Среднее ускорение ножа будет равно:

$$j = \frac{V_H - V_0}{\Delta t}, \quad (5)$$

где $V_0 = 0$, тогда

$$P_{ин} = m \cdot j = \frac{m \cdot V_H}{\Delta t}.$$

Стрела прогиба определяется как:

$$f = V_H \cdot \Delta t,$$

где Δt – время удара.

Условие среза стебля будет:

$$P_c < P_{из} + P_{ин} = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot J}{H^3} + \frac{m \cdot V_H}{\Delta t} = \frac{3V_H \cdot \Delta t \cdot E \cdot J}{H^3} + \frac{m \cdot V_H}{\Delta t} = V_H \cdot \left(\frac{3 \cdot \Delta t \cdot E \cdot J}{H^3} + \frac{m}{\Delta t} \right), \quad (6)$$

Отсюда скорость бесподпорного среза должна быть:

$$V_H \geq \frac{P_c}{\frac{3 \cdot \Delta t \cdot E \cdot J}{H^3} + \frac{m}{\Delta t}}, \quad (7)$$

Расчеты и практическая проверка показали, что скорость бесподпорного среза для толстых стеблей должна быть 25-30 м/с, для тонких стеблей 40-50 м/с. Для более качественного удаления ботвы, особенно полеглой в междурядье, диаметр ротора должен быть переменным.

На основании проведенных аналитических расчетов разработана методика экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования проводились с использованием государственных и отраслевых стандартов: ГОСТ 24026-80 – исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения, ГОСТ 20915-75 – сельскохозяйственная техника. Методы определений условий испытаний, ОСТ 70.4.4-80 – первичные материалы испытаний. Оценка техники безопасности проводилась с использованием ГОСТ 12.2.11-85.

Для исследования технологического процесса среза в соответствии с математической теорией выборочного метода производилась случайная неповторная выборка. У каждого образца измерялись длина, диаметр, данные регистрировали. Одновременно определялась влажность свеже-резанной картофельной ботвы.

Для исследования было взято три ножа с углом заточки $\delta = 30^\circ, 45^\circ$ и 60° .

Угол резания γ изменялся в пределах $\gamma = 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 50^\circ$ и 70° .

Вначале определялся оптимальный угол заточки по наименьшей средней удельной работе. Режущий элемент, у которого удельная работа оказалась минимальной по сравнению с двумя другими, принят для дальнейшего исследования.

Среднее усилие среза единичного стебля для данной выборки вычислялось по формуле [1, 2, 3]:

$$P_{cp} = \frac{A_{cp}}{d_{cp}} = \frac{q_{cp} \cdot F_{cp}}{d_{cp}}, \quad (7)$$



где A_{cp} – средняя работа среза;
 q_{cp} – среднеудельная работа среза;
 d_{cp} – средний диаметр стебля.

Для определения этих величин по результатам исследований строились дискретные вариационные ряды, при помощи которых определялись данные величины. Для нахождения среднего значения искомой величины использовалась зависимость, которая представлена здесь в общем виде [4, 5, 6]:

$$\sum \frac{x_i - \alpha}{K} n_i, \quad (9)$$

$$\bar{x} = \sum_n^{i=1} K + \alpha,$$

где \bar{x} – определяемая средняя величина;

α – слагаемая величина, которая занимает серединное положение в данном ряду;

K – компенсирующий множитель, берется как общий множитель разностей ;

n – число изучаемых объектов;

m – число классов.

Дисперсию определяли по формуле:

$$\tau^2 = \sum_{i=1}^m \frac{\left(\frac{x_i - \alpha}{K}\right)^2}{n} n_i K^2 - (\bar{x} - \alpha)^2. \quad (10)$$

Значение среднеквадратичного отклонения определялось путем извлечения квадратного корня из дисперсии.

Предельную ошибку выборки или величину наибольшего отклонения генеральной средней от выборочной определили по формуле:

$$P(ix - \bar{x}_0 i \leq T) = \Phi\left(\frac{T}{\sigma_x}\right), \quad (11)$$

где \bar{x}_0 – генеральная средняя величина;

x – случайная величина;

T – предельная ошибка выборки;

σ_x – среднеквадратичная ошибка выборочной средней повторной выборки.

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}.$$

Функция $\Phi(t\alpha)$ определяется равенством:

$$\Phi(t\alpha) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{t\alpha} 1 - t^2 dt,$$

а значения ее находятся по таблице.

Используя зависимость и найдя значение интегральной функции нормального распределения по таблице с заданной гарантийной вероятностью, можно записать:

$$\frac{T}{\sigma_{\bar{x}}} = t\alpha, \quad (12)$$

где $t\alpha$ – нормированная точность, определяемая по таблице.

Из формулы предельная ошибка выборки равна:

$$T = t\alpha\sigma_{\bar{x}}. \quad (13)$$

Таким образом, границы, в которых включена генеральная средняя, чтобы вероятность невыхода за эти границы была равна данной условию величине гарантийной вероятности, будут $\bar{x} - T$, $\bar{x} + T$, (верхняя), а интервал, в котором заключена интегральная средняя, будет $(\bar{x} - T, \bar{x} + T)$.

При организации выборочного наблюдения весьма часто ставится задача указать тот минимальный объем выборочной совокупности n , при котором предельная ошибка выборки с заданной вероятностью α не превосходит требуемой величины.

Данная условием вероятность α определяет значение аргумента $x = t\alpha$, при котором $\Phi(t\alpha) = \alpha$.

Для определения величины $t\alpha$ целесообразно воспользоваться выражением, основанном на величине среднеквадратической ошибки [7,8,9]:

$$t\alpha = \frac{T}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n}}},$$

откуда

$$\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n}} = \frac{T}{t\alpha}.$$

Возведя обе части в квадрат, получим формулу для определения количества необходимых опытов n

$$n = \frac{t\alpha^2 \sigma_x^2}{T^2}. \quad (14)$$

Надежность α принимается одинаковой для однотипных исследований. При проектировании точных измерений в физике $\alpha = 0,955$, для машиностроения $\alpha = 0,95$, для исследований в области сельского хозяйства $\alpha = 0,7...0,8$.

Ориентировочную величину среднеквадратичного отклонения измеряемой величины устанавливают либо по данным аналогичных, ранее проведенных исследований, либо на основании предварительной оценки по размаху значений признака в малой выверке $n \leq 10$. В последнем случае:

$$\sigma_x = \frac{R}{\alpha} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\alpha}, \quad (15)$$

определяется по таблице 1.

При нахождении вида кривой распределения применяют группировку изучаемых объектов на классы по величине признака. N Число классов при точных исследованиях не превышает 25, при средних 10-15 и минимально допустимым считается 5-6 классов.



Таблица 1 – Данные определения в зависимости от количества опытов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,18	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,075

Для выполнения намеченной программы исследований был разработан и изготовлен прибор, работающий по принципу маятникового копра (рис.).

Работу, расходуемую маятником на срез картофельной ботвы и трения о его концы, выражали через константы маятника и величину его углов взлета, холостого и рабочего [10,11].

Эксперименты проводились в хозяйстве ООО "Авангард" и в лаборатории кафедры СХДСМ ФГБОУ ВПО РГАТУ. Перед началом экспериментального исследования была снята характеристика участка и культуры.

Руководствуясь математической теорией выборочного метода, с участка в 100 м² была произведена выборка в количестве 24 образцов. Влажность данной выборки равнялась 84,5%, Результаты экспериментов заносились в таблицу.

Во время сравнительной оценки ножей всего было произведено 137 срезов. Из них с углом заточки δ , равным 30°, – 50 срезов, с углом заточки 45° – 42 среза и с углом заточки 60° – 45 срезов.

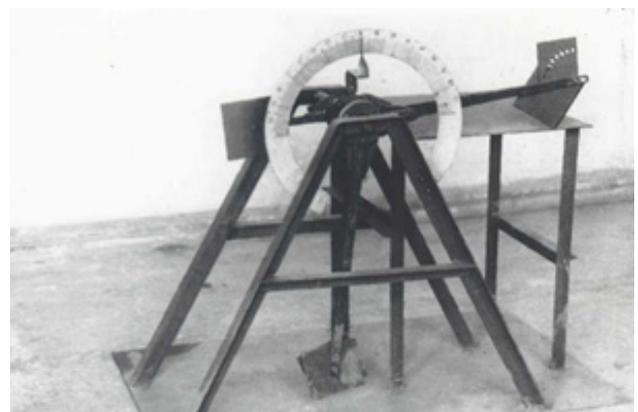


Рис. – Прибор для определения работы среза

Результаты экспериментального исследования

По результатам экспериментов была определена средняя удельная работа среза в зависимости от угла заточки ножа и угла резания. Средние значения полученных данных сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Удельная работа среза

Угол заточки, °	Угол резания, °							Средняя удельная работа среза, кг/см ²
	0	10	20	30	40	50	70	
30	9,15	-	8,126	-	7,36	6,44	-	7,7
45	-	14,05	-	11,2	-	8,32	6,70	11,7
60	13,40	-	12,27	-	11,90	10,21	-	11,9

Выводы

На основе анализа конструкций роторных машин нами предложена новая конструкция ротора с шарнирными ножами и переменным диаметром резания. Такая конструкция обеспечивает копирование картофельных грядок и дает возможность максимального удаления ботвы и растительных остатков. Разработана математическая модель, устанавливающая связь между параметрами шарнирных ножей и срезаемой массой ботвы, что позволило определить отклонение шарнирных ножей от радиального положения. На основе разработанной теории определены углы отклонения от радиального положения для каждого вида ножей и установлено их предельное отклонение.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие заключения. Для любого ножа общей тенденцией явилось уменьшение средней удельной работы среза с увеличением угла резания. Так, например, для ножа с углом заточки

$\delta = 30^\circ$ средняя работа среза при угле резания $\gamma = 0^\circ$ равнялась 9,15 кг/см², а при $\gamma = 50^\circ$ – 6,44 кг/см².

С увеличением угла заточки ножа δ средняя

работа среза увеличивается.

При угле заточки ножа, равном 30°, средняя удельная работа среза оказалась минимальной и равной 7,7 кг/см².

Из наблюдений установлено, что с увеличением угла резания, особенно в интервале от 50° до 70°, наблюдается выталкивание стебля. Поэтому угол резания, равный 50°, является предельным.

На основе анализа данных, полученных при проведении сравнительных исследований ножей, нож с углом заточки, равным 30°, принимается как установочный. По результатам опытов при срезе стеблей ботвы установочным ножом определялось среднее усилие среза единичного стебля.

Средний диаметр стеблей на поле, с которого взята выборка, заключен в пределах от 6,22 мм до 15,30 мм и равен 10,76 мм.

Для выбранного ножа по формуле определили среднее усилие среза. Оно равно 10,6 кг при определенной влажности 84,5% и необходимая линейная скорость режущего элемента для осуществления бесподпорного среза $V_{CP} = 36 - 38$ м/с.

Исследования относительного движения режущего элемента позволило с достаточной точностью проверить достоверность выводов теоре-



тического исследования динамики ротора, выбора параметров режущих элементов и установить действительную картину процесса среза.

Список литературы

1.Абрамов, Ю.Н. Динамика ротора с шарнирными ножами / Ю.Н. Абрамов, М.Б. Угланов, О.П. Иванкина// «Механизация и электрификация» №1-2012. С.10-11.

2.Абрамов, Ю.Н. Лабораторно-полевые исследования модернизированной ботвоборочной машины БД-4М /М.Б. Угланов, О.П. Иванкина, А.С. Попов, Д.Н. Бышов //Научный журнал КубГАУ, [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012, - №78(04), С. 403-412.

3.Абрамов, Ю.Н. Исследование модернизированного ботводробителя БД-4м с шарнирными ножами / М.Б. Угланов, А.Н. Бачурин, Д.Н. Бышов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского гос. аграрного универ.(Научн. журн. КУБГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017, - №04(128). С. 200-213.

4.Пат № 160763 Ботводробитель / Ю.Н. Абрамов, Д.Н. Бышов, М.Б. Угланов, О.П. Иванкина, Т.В. – Заяв. 28.09.2015; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9, - 11 с.

5.Пат №162404 Ботводробитель / Ю.Н. Абрамов, Д.Н. Бышов, М.Б. Угланов, А.И. Рязанцев, М.В. Орешкина, О.П. Иванкина, Т.В. Липина. – Заяв 12.10.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 16, - 11 с.

6.Пат №186794 РФ. Ботводробитель / Ю.Н.Абрамов, Д.Н. Бышов, М.Б. Угланов, В.Д. Липин. – Заяв. 13.09.2018; опубл. 04.02.2019, бюл. № 4, - 5 с.

7.Бышов, Н. В. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных комбайнов [Текст] / Н. В. Бышов, А. А. Сорокин. - Рязань, 1999. - 134 с.

8.Бышов, Н. В. Влияние кинематических и конструктивных параметров центробежно-выжимного сепаратора картофелеуборочной машины на сепарацию почвы / Н. В. Бышов // Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА : 50-летию академии посвящается. - Т. 1. - Рязань, 1999. - С. 264-269.

9.Бышов, Н. В. Повышение эффективности использования малогабаритной техники для возделывания и уборки картофеля [Текст] / Н. В. Бышов, А. А. Сорокин, И. А. Успенский // Совершенствование конструкции и технологии использования сельскохозяйственной техники : сборник научных трудов. - Самара, 1999. - С. 220-232.

10.Бышов, Н. В. Классификация сепарирующих рабочих органов [Текст] / Н. В. Бышов, В. В. Замешаев, И. А. Успенский // Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве : сборник научных трудов 11-й научно-практической конференции ВУЗов Поволжья и Юго-Нечерноземной зоны Российской Федерации. – Рязань, 2000. - С. 186-188.

11.Бышов, Н. В. Методика анализа энергетических затрат [Текст] / Н. В. Бышов, И. А. Успенский // Совершенствование средств механизации и мобильной энергетики в сельском хозяйстве : сборник научных трудов 11-й научно-практической конференции ВУЗов Поволжья и Юго-Нечерноземной зоны Российской Федерации. 2000. - С. 195-200.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE SHEAR FORCE OF SINGLE STEM POTATO LEAVES

Abramov Yury N., candidate of the Department of operation of the machine and tractor Park, Ryazan state agrotechnological University named after p. A. Kostychev, university@rgatu.ru

The economy of our country largely depends on the state of development of agricultural production. The Russian Federation traditionally ranks third in the world in potato production, second only to China and India. It accounts for about 8% of the world's gross potato harvest. From 2001 to 2018, the gross potato harvest in Russia amounted to 74 million 426 thousand tons. In the General complex of mechanized works in the cultivation of potatoes, potato harvesting is one of the main operations. The quality of harvesting, completeness of harvesting largely depends on the efficiency of potato cultivation in the economy. When harvesting potatoes by potato harvesters, their productivity largely depends on the condition of the potato tops. With a highly developed and decayed tops, the productivity of harvesting machines falls sharply due to the clogging of the working bodies, and in some cases their work is not possible at all. Therefore, to facilitate the operation of potato harvesters, potato tops should be removed before harvesting. But the process of harvesting the tops is very laborious, including a number of operations, such as cutting, raking and transportation, each of which is performed by a separate machine. Our proposed batouala machine equipped with articulated work designed for crushing of foliage, which significantly improves agriculture in the mechanized harvesting of potato. The use of the proposed device allows us to reduce the number of mechanized operations to increase the productivity of potato harvesters. The article presents the method and the result of experimental studies to determine the efforts of cutting a single stem of potato tops. The data obtained will allow calculation of the main working bodies of the cutting elements of the hinge, rotary battramulla.

Key words: cutting force, tops, potatoes.

Literatura

1.Abramov YU.N. Dinamika rotora s sharnirnymi nozhami / YU.N. Abramov, M.B. Uglanov, O.P. Ivankina// «Mekhanizaciya i ehlektrifikaciya» №1-2012. S.10-11.

2.Abramov YU.N. Laboratorno-polevye issledovaniya modernizirovannoj botvoborochnoj mashiny BD-4M /M.B. Uglanov, O.P. Ivankina, A.S. Popov, D.N. Byshov //Nauchnyj zhurnal KubGAU, [EHlektronnyj resurs]. –



Krasnodar: KubGAU, 2012, - №78(04), S. 403-412.

3. Abramov YU.N. Issledovanie modernizirovannogo botvodrobiteleya BD-4m s sharnirnymi nozhami / M.B. Uglanov, A.N. Bachurin, D.N. Byshov // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gos. agrarnogo univer.(Nauchn. zhurn. KUBGAU) [EHlektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017, - №04(128). S. 200-213.

4. Pat № 160763 Botvodrobitel' / YU.N. Abramov, D.N. Byshov, M.B. Uglanov, O.P. Ivankina, T.V. – Zayav. 28.09.2015; opubl. 27.03.2016, Byul. № 9, - 11 s.

5. Pat №162404 Botvodrobitel' / YU.N. Abramov, D.N. Byshov, M.B. Uglanov, A.I. Ryazancev, M.V Oreshkina, O.P. Ivankina, T.V. Lipina. – Zayav 12.10.2015; opubl. 10.06.2016, Byul. № 16, - 11 s.

6. Pat №186794 RF. Botvodrobitel' / YU.N. Abramov, D.N. Byshov, M.B. Uglanov, V.D. Lipin. – Zayav. 13.09.2018; opubl. 04.02.2019, byul. № 4, - 5 s.

7. Byshov, N. V. Principy i metody rascheta i proektirovaniya rabochih organov kartofeleuborochnyh kombajnov [Tekst] / N. V. Byshov, A. A. Sorokin. - Ryazan', 1999. - 134 s.

8. Byshov, N. V. Vliyaniye kinematicheskikh i konstruktivnykh parametrov centrobezhno-vyzhimnogo separatora kartofeleuborochnoy mashiny na separaciyu pochvy / N. V. Byshov // YUbilejnyj sbornik nauchnyh trudov sotrudnikov i aspirantov RGSKHA : 50-letiyu akademii posvyashchaetsya. - T. 1. - Ryazan', 1999. - S. 264-269.

9. Byshov, N. V. Povysheniye ehffektivnosti ispol'zovaniya malogabaritnoy tekhniki dlya vozdeleyvaniya i uborki kartofelya [Tekst] / N. V. Byshov, A. A. Sorokin, I. A. Uspenskij // Sovershenstvovanie konstrukcii i tekhnologii ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennoy tekhniki : sbornik nauchnyh trudov. - Samara, 1999. - S. 220-232.

10. Byshov, N. V. Klassifikaciya separiruyushchih rabochih organov [Tekst] / N. V. Byshov, V. V. Zameshaev, I. A. Uspenskij // Sovershenstvovanie sredstv mekhanizacii i mobil'noj ehnergetiki v sel'skom hozyajstve : sbornik nauchnyh trudov 11-j nauchno-prakticheskoy konferencii VUZov Povolzh'ya i YUgo-Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii. – Ryazan', 2000. - S. 186-188.

11. Byshov, N. V. Metodika analiza ehnergeticheskikh zatrat [Tekst] / N. V. Byshov, I. A. Uspenskij // Sovershenstvovanie sredstv mekhanizacii i mobil'noj ehnergetiki v sel'skom hozyajstve : sbornik nauchnyh trudov 11-j nauchno-prakticheskoy konferencii VUZov Povolzh'ya i YUgo-Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii. 2000. - S. 195-200.



УДК 631.8

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

АНДРЕЕВ Константин Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности (ОТПБЖ), kosta066@yandex.ru

АНИКИН Николай Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры автотракторной техники и теплоэнергетики, anikin81@yandex.ru

БЫШОВ Николай Владимирович, д-р техн. наук, ректор, university@rgatu.ru

ТЕРЕНТЬЕВ Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры ОТПБЖ, vvt62ryazan@yandex.ru

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент кафедры ОТПБЖ, shem.alex62@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и сокращения затрат необходимо разрабатывать и внедрять современные и передовые технологии по исследованию состояния полей и прогнозированию урожайности. Такие технологии обеспечивают более эффективное использование природных, материальных и других ресурсов, способствуют развитию высокоэффективной экономики без нарушения экологии, увеличению затрат. Многие сельхозпредприятия применяют технологии точного земледелия с применением систем спутникового мониторинга для агропромышленного комплекса. Внедрение точного земледелия включает в себя три основных этапа: сбор информации, принятие решений на основе анализа полученных данных, выполнение намеченных мероприятий. Для осуществления таких мероприятий необходимо применять существующие технологии точного земледелия: картографирование (составление электронной карты поля с помощью карт NDVI) и параллельное вождение, которое является распространенной технологией прецизионного земледелия, в систему которого входит GPS-приемник, дисплей с курсоуказателем, автопи-

© Андреев К. П., Аникин Н. В., Бышов Н. В., Терентьев В. В., Шемякин А. В., 2019 г.



лот и процессор, обрабатывающий данные. Для внесения нужного количества удобрений на каждом участке делают отборы проб, в лаборатории анализируют полученные результаты, составляют карты полей, определяют задачи для машин, работающих в поле. На основании карт NDVI, биохимического анализа растений, севооборота, запланированной урожайности и внесенных доз удобрений формируется карта рекомендаций по внесению удобрений, показывая таким образом, в каких частях поля, и какую дозу необходимо вносить. При этом задействуется спутниковая навигация и специализированные программы для удаленного управления техникой. Этот метод позволяет достичь максимальной урожайности, сократить объем вносимых удобрений, повысить экологичность земледелия.

Ключевые слова: внедрение, спутниковый мониторинг, точное земледелие, внесение, технологии, система.

Введение

Стратегическим направлением аграрной политики в развитых странах мира в настоящее время является широкое применение ресурсосберегающих технологий. Такие технологии обеспечивают более эффективное использование природных, материальных и других ресурсов, способствуют развитию высокоэффективной экономики без нарушения экологии, увеличения затрат. Для Российской Федерации это особенно важно, поскольку сельское хозяйство уже многие годы находится в состоянии глубокого системного кризиса. В решении этой задачи важное значение придается точному сельскому хозяйству, а именно, технологиям точного земледелия [1].

Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и сокращения затрат необходимо разрабатывать и внедрять современные и передовые технологии по исследованию состояния полей и прогнозированию урожайности. Появление понятия технологии точного земледелия вызвало бурное обсуждение среди ученых, занимающихся совершенствованием существующих систем земледелия. Имеющиеся системы земледелия, а их насчитывается огромное количество – адаптивные, ландшафтные и т.д., пополняются новой системой, которая требует «основательного структурирования, ранжирования, чтобы можно было идентифицировать место каждой категории в их иерархии» [2]. Многие сельхозпредприятия применяют технологии точного земледелия с применением систем спутникового мониторинга для агропромышленного комплекса. Для внесения нужного количества удобрений на каждом участке делают отборы проб, в лаборатории анализируют полученные результаты, составляют карты полей, определяют задачи для машин, работающих в поле. При этом задействуется спутниковая навигация и специализированные программы для удаленного управления техникой. Этот метод позволяет достичь максимальной урожайности, сократить объем вносимых удобрений, повысить экологичность земледелия [3].

Многие ученые отмечают, что применение высоких технологий сводит к минимуму экологические риски химического загрязнения по сравнению с интенсивными агрономическими технологиями и предотвращает деградацию почв и ландшафтов по сравнению с нормальными и, тем более, экстенсивными агрономическими технологиями. Высокие технологии нуждаются в адекватном программном обеспечении, включая систему спутникового мониторинга, агроэкологическую оценку земель, их картографирование, автоматизированное проектирование, управление производственным

процессом, весь комплекс агротехнических операций и элементов, составляющих адаптивную ландшафтную систему земледелия. Вся эта работа базируется на геоинформационных системах [3-5].

Название «точное сельское хозяйство» пришло к нам из зарубежной терминологии. Данная терминология распространена в настоящее время во всех странах мира. Это определение стало встречаться в русском переводе как «точное земледелие». Точное (прецизионное, координатное) земледелие – это системный подход к управлению урожайностью, основанный на применении компьютерных и спутниковых технологий с учетом различных условий на разных участках поля. С его помощью можно повысить валовый сбор, сократить затраты, получить качественную продукцию, улучшить физико-химические свойства почвы.

Объекты и методы исследований

В прецизионном земледелии можно использовать все известные технологии или выбрать лишь несколько. В любом случае подходить к вопросу нужно системно, а результаты должны быть измеряемыми для оценки эффективности вложенных средств. Такое земледелие требует немалых капиталовложений. Придется купить приборы точного позиционирования, технику с бортовыми компьютерами (рис. 1). Потребуются системы учета урожая, определения неоднородности условий, дозирования вносимых препаратов, управления агрегатами, прогнозирования погоды. Кроме того, нужны и современные ПК, ведь информацию, полученную от полевых датчиков, БПЛА, спутников и метеостанций, надо на чем-то обрабатывать [4-6].



Рис. 1 – Комбайн с электроникой



Обслуживающий персонал должен соответствовать техническому уровню нового оборудования. Речь идет не только о программистах и агрономах, но и об операторах.

Точное земледелие – это совокупность технологий, технических средств и методов для принятия решений, направленных на управление параметрами исследования, влияющими на рост растений. Параметрами могут быть содержание органического вещества и питательных элементов в почве, рельеф, наличие влаги в почве, засоренность сорняками. Точное земледелие – это новая система аграрного менеджмента. Она основана на получении принципиально иной информации по сравнению с той, что была раньше. Для этого используется геостатистическая методология. А для накопления, хранения и применения информации – информационные системы [7].

В самом начале составляют план мероприятий. В нем следует отметить, какие процессы надо оптимизировать, указать сроки выполнения, кто и что будет делать. А главное – кто отвечает за результат. Кроме того, следует определить алгоритм измерения итогов.

План мероприятий должен содержать следующие основные этапы:

- аудит техники и оборудования, используемых технологий, программного обеспечения, имеющихся данных;
- разработка стратегии поэтапного внедрения координатного земледелия;
- подбор оптимальных технологий и оборудования;
- расчет планового бюджета;
- определение прогнозируемой окупаемости пилотного проекта.

Экспериментальная часть

О запуске программы точного земледелия в хозяйстве нередко говорят в общем, не задумываясь о том, что не все поля в равной мере нуждаются в нем. К выбору площадей надо подходить по та-

кому принципу: чем более неоднородны характеристики поля относительно плодородия почв, тем больше оно нуждается в точном земледелии. Для пилотного проекта желательно выделить хотя бы 500-1000 га. Хотя некоторые специалисты считают, что начинать можно и на 100 гектарах.

После того как проведен аудит и разработана стратегия, внедрение точного земледелия в конкретном хозяйстве состоит из трех этапов:

- сбор информации;
- принятие решений на основе анализа полученных данных;
- выполнение намеченных мероприятий.

Первый этап включает в себя составление базы данных о площади полей, их урожайности, агрофизических и агрохимических свойствах почвы, развитии всходов. С помощью компьютерных и спутниковых технологий по каждому полю пилотного проекта создается электронная карта. Для этого применяются следующие основные технологии: объезд площадей на машине с курсоуказателем, агрометром и автопилотом с записью трека; съемка со спутника или архивные фотографии; обмер поля дронами. Эффективный мониторинг и прогноз урожайности возможен при наличии минимум трех космических снимков в течение сезона мониторинга. Использование заказной, программируемой съемки является наиболее надежным выбором как с точки зрения контроля сроков съемки (которые строго рассчитываются исходя из перечня рабочих культур), так и с точки зрения облачности на получаемых снимках.

По мере работы к схеме с точными границами добавляются дополнительные слои: дорожная сеть, лесополосы, гидрография и прочие. А также тематические: рельеф, погодные условия, результаты агрофизического и агрохимического исследований, урожайность, севообороты и другие. В результате получается комплексная электронная карта, с помощью которой можно держать под контролем все технологические операции (рис. 2)

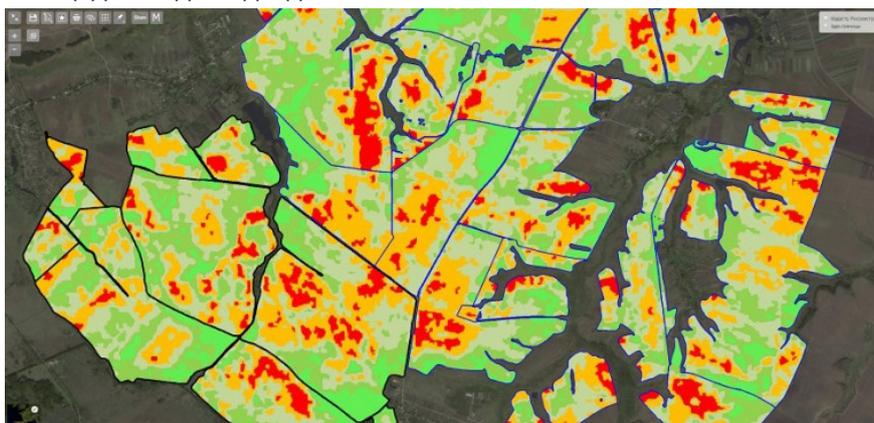


Рис. 2 – Карта зон плодородия на основе спутниковых данных

На втором этапе принимаются решения. Есть две основные методики. Прогнозирующий способ заключается в том, что на основе истории полей, почвенных показателей и прочих статических индикаторов определяются будущие затраты на весь период развития культуры. Контролирующий способ

использует регулярно обновляющуюся информацию по статистическим индикаторам в процессе выращивания. Отбираются образцы растений, записываются их параметры (биомасса, содержание хлорофилла и т. д.), дистанционно измеряются влажность, температура, скорость ветра.



Применение технологии точного земледелия требует необходимости систематически проводить обследование почв, используя датчики, приборы и мобильные информационные системы, позволяющие исследовать изменчивость пространственно-ориентированных характеристик почвенного и растительного покровов, в том числе конечного урожая в пределах конкретного поля. Для снятия других показателей используется объезд полей, съемка с дронов или спутников.

Решения можно принимать на основе моделирования процессов. Главное – соблюсти баланс между экономикой и экологией.

Третий этап предусматривает реализацию принятых решений. Для выполнения работы по каждому из перечисленных этапов есть специальные прикладные программы. Кроме визуального осмотра и обмера полей, дроны также могут предоставить информацию по полям в виде карт NDVI, результат сканирования в видимом ближнем инфракрасном спектральном диапазоне. Карты NDVI позволяют увидеть отличия в состоянии растений, которые визуально не будут видны. Информация чаще всего предоставляется в определенные фазы развития растений, которые наиболее важны для агропредприятия. На основании карт NDVI, биохимического анализа растений, севооборота, запланированной урожайности и внесенных доз удобрений формируется карта рекомендаций по внесению удобрений, показывая таким образом, в каких частях поля, и какую дозу необходимо вносить. Визуальный осмотр полей дронами, севооборот и карты сорняков позволяют сформировать карту для внесения гербицидов. Формируются разные дозы в разных частях поля для внесения. Таким образом, не пострадавшие участки не получают очередной стресс, а на внесении средств защиты растений (удобрений) экономятся средства [8,9].

Главные технологии точного земледелия

1. *Картографирование* – составление электронной карты поля, рассмотренной ранее с помощью карт NDVI. В идеале это период мерзлотной почвы, но с учетом погодных условий сроки могут сдвигаться. Сформированная карта может быть представлена в виде стандартного картографического планшета, по желанию, либо в виде геоинформационного файла (векторного или растрового). При наличии наземных проб растений на содержание азота выдается стандартный шейп-файл, где указаны дозы внесения удобрения. Если наземные измерения не предоставляются, заказчик получит относительную карту с зонированием. Каждая цветовая градация на рассчитанной карте будет соответствовать той или иной дозе рекомендованной азотной подкормки.

2. *Параллельное вождение* является самой распространенной технологией прецизионного земледелия. И после картографирования – первой по очередности внедрения. Причина популярности в том, что появляется возможность точно выполнять агротехнические операции. Большие капиталовложения не требуются, технически методика несложная, обучение операторов происхо-

дит быстро, результат виден сразу после выполнения работы. Технология автовождения машин предусматривает использование приборов параллельного вождения для обеспечения точного параллельного вождения при выполнении сельскохозяйственных работ, агрохимическом отборе проб почвы, внесении минеральных удобрений, ядохимикатов и при посеве. Применение GPS-приемника совместно с устройством параллельного вождения позволяет точно водить агрегат вдоль рядков растений, по рядам, сигнальной линии при любой видимости – днем, ночью и даже при сильном ветре. Такое оборудование позволяет увеличивать ширину захвата машины для внесения удобрений, «экономить количество», туки и другие материалы, которые расходуются при сельскохозяйственных работах, при этом сокращаются сроки выполнения работ и минимизируется отрицательное воздействие на окружающую среду.

В систему параллельного вождения входит GPS-приемник, дисплей с курсоуказателем, автопилот и процессор, обрабатывающий данные. Оборудование использует сигнал спутниковой навигации (рис. 3), лучше платный – точность движения получится раз в 10 выше, чем при работе по бесплатному. Во время работы приемник отправляет команды в ходовую часть трактора. Оператор в конце гона поворачивает агрегат на определенный угол для выхода на следующую полосу и контролирует работу системы [10-12].

Чтобы внедрить параллельное вождение, выполняется следующий комплекс мероприятий:

- проводится анализ имеющейся техники, наличия и использования навигационного оборудования (рис. 4). Составляются задания на приобретение дополнительных приборов и сервисов;
- агрегаты дооборудуют купленными системами. Получают парк машин, полностью укомплектованных для работы по данной технологии;

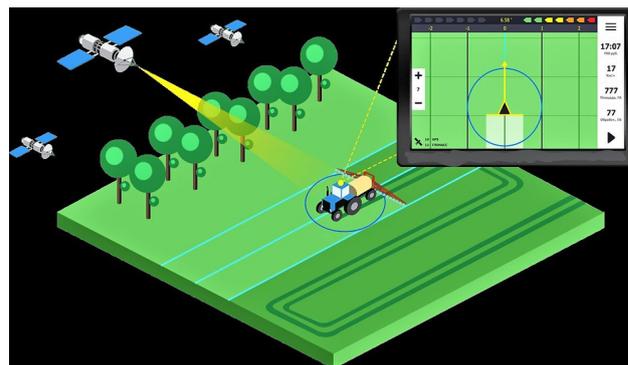


Рис. 3 – Система параллельного вождения

- организуют обучение персонала. В итоге подбирается команда, способная эксплуатировать технику со специальным оборудованием;
- разрабатывается алгоритм сбора данных и контроля правильности выполнения агротехнических операций.

В результате внедрения данной технологии сводятся к минимуму перекрытия и пропуски при обработке поля. Экономятся топливо, материалы и время выполнения работ. Обеспечивается на-

дежный контроль качества. Агрегаты функционируют более эффективно.

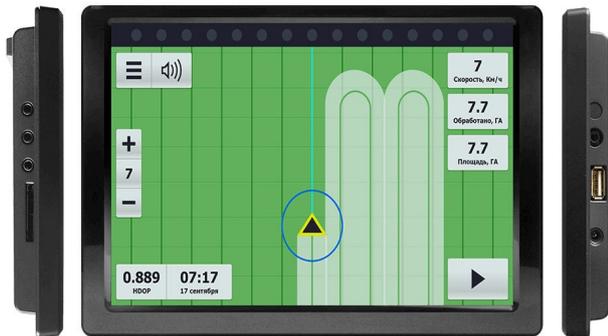


Рис. 4 – Агронавигатор для системы параллельного вождения

Параллельного вождения и РТК-сигнала достаточно для того, чтобы выполнять обработку почвы. Хотя для заметного улучшения при глубоком рыхлении потребуется еще и прибор для измерения степени погружения сошника. Поле разбивают на части, каждую из которых обрабатывают на разной глубине. Для прочих операций нужны дополнительные технологии.

Автоматическое отключение агротехники на перекрытиях. Используется при посеве, внесении СЗР и удобрений. В зависимости от структуры полей, техники и технологии выращивания экономия семян доходит до 7%, удобрений – до 10%, СЗР – до 15% [13].

Дифференцированный посев и внесение материалов. Применяется аналогично. Требуется ежедневный анализ неоднородности поля, посевов и урожая. Надо подбирать оптимальные нормы высева и внесения химикатов, прописывать задания, составлять карты подкормок, мониторить их выполнение. И так в течение всего сезона. На основании полученных карт по агрохимическим показателям в программе автоматически проводится расчет дозы для каждого элементарного участка по заранее составленной формуле. Программа, в которой делали подобные карты и расчеты дозы удобрений, обладает встроенным редактором формул, который позволяет программировать сложные формулы. При расчете учитывались параметры удобрения и цены, а также ограничения. По результатам расчета доз удобрений получают карту-задание, в котором просчитаны параметры количества удобрений, необходимых для внесения и их цена. Карта-задание выполнена в виде квадратов размером 18x18 м, что соответствует ширине захвата распределителя минеральных удобрений. При расчете дозы внесения минеральных удобрений для каждого элементарного участка ключевым параметром является ширина захвата распределителя машины, учет которой позволяет осуществить более точное пространственное распределение дозы удобрений. Рациональное дифференцированное (выборочное) внесение удобрений в пространстве и времени позволяет повышать урожайность культур, не уве-

личивая дозы их внесения в места, где их достаточно, уменьшая при этом затраты на их внесение. Для разработки исключительной электронной карты для внесения удобрений необходимо иметь информацию четырех карт поля: карту поля, карту урожайности и карту космической или аэрофотосъемки. Внесение удобрения, например, азота, может осуществляться по принципу «on-line», когда с помощью датчика устанавливается содержание удобрений и после обработки данных дается сигнал на рабочие органы движущейся машины, которые «выдают» определенную дозу удобрения в определенное место и в конкретное время. Если предыдущая методика сложна технически, то эта – организационно. В качестве примера пошагового внедрения технологии точного земледелия можно привести перечень работ по переоборудованию машин для внесения. Аналогично, лишь с некоторыми изменениями, ведут подготовку и других агрегатов. Комплекс действий такой:

- техосмотр трактора. Установка оборудования для параллельного вождения;
- подключение к базовой станции или РТК-сигналу;
- тестирование. Это обеспечивает управление машиной с точностью до 3 см (при платном канале) и повторяемость проходов в течение периода вегетации. Техосмотр разбрасывателя. Монтаж контроллера. Калибровка норм. Управление нормами выполняется с терминала;
- настройка разбрасывателя на автоматическое отключение. После этого на перекрытиях они работать уже не будут;
- обучение операторов.

Выводы

Кроме вышеперечисленных применяются и другие технологии прецизионного земледелия: агротехнологии по отбору проб почвы, дифференцированного внесения минеральных удобрений; GPS-мониторинг; использование специального программного обеспечения; роботизация; автоматическое внесение удобрений только на проблемных участках; smart-технологии; расположение на полях беспроводных датчиков; пробоотборники для составления электронных почвенных карт и так далее. Также в технологии точного земледелия входят: компьютеры; глобальные инновационные спутники и аэроаппараты с навигационным оборудованием; программное обеспечение картографии и цифровые модели рельефа; аппаратура для аэроспутниковой съемки и дистанционного зондирования; сельскохозяйственные машины с автоматическими работающими рабочими органами для дифференцированного (выборочного) высева семян, внесения удобрений, известки, средств защиты растений и для полива. Внедрение системы точного земледелия дает возможность поднять урожайность, повысить рентабельность, улучшить экологическую обстановку и получить продукцию более высокого качества, а также снизить эксплуатационные затраты. Поэтому точное земледелие является актуальной народнохозяйственной задачей для производства растениеводческой про-



дукции.

Список литературы

1. Даниленко Ж.В. Использование технологии точного земледелия / Ж.В. Даниленко // В сборнике: Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее Сборник научных статей Всероссийской научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2018. – С. 296-298.

2. Нефедов Б.А. Анализ технологий точного земледелия и критерий их оценки «Точности» / Б.А. Нефедов // В сборнике: Доклады ТСХА Сборник статей. – 2015. – С. 195-197.

3. Даниленко Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.

4. Бачурин, А.Н. Спутниковый контроль и мониторинг для оптимизации работы агрегатов / А.Н. Бачурин, Д.О. Олейник, И.Ю. Богданчиков // Сельский механизатор. – 2015. – №7. – С. 4-5.

5. Андреев К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев. Курск, – 2018.

6. Нефедов Б.А. Инновационные технологические процессы и машины для внутрпочвенного внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия / Б.А. Нефедов // Москва, – 2015. – (2-е издание, переработанное и дополненное). – С. 124.

7. Бышов Н.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве Рязанской области - перспективы развития / Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов, Ю.В. Якунин, С.В. Горелов // В сборнике: Сборник научных трудов студентов магистратуры – Рязань, – 2012. – С. 36-41.

8. Даниленко Ж.В. Координатное внесение

удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.

9. Андреев К.П. Внедрение систем мониторинга при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2018. – С. 10-13.

10. Даниленко Ж.В. Применение ГЛОНАСС систем в сельском хозяйстве / Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // В сборнике: Достижения техники и технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. Ответственный редактор Ю.М. Исаев. – 2018. – С. 68-72.

11. Андреев К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений / К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 192-194.

12. Андреев К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности / К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 20-25.

13. Andreev K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, B.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – T.10. № 10 Special Issue. – С. 2112-2122.

INTRODUCTION OF EXACT FARMING SYSTEM

Andreev Konstantin P., Associate Professor, candidate of technical sciences, departments of organization of transport processes and life safety, kosta066@yandex.ru

Anikin Nikolai V., Associate Professor, candidate of technical sciences, departments of autotractor engineering and heat power engineering, anikin81@yandex.ru

Byshov Nikolay V., Professor, doctor of technical sciences, Rector, university@rgatu.ru

Terentev Vyacheslav V., Associate Professor, candidate of technical sciences, departments of organization of transport processes and life safety, vvt62ryazan@yandex.ru

Shemyakin Alexander V., Associate Professor, doctor of technical sciences, departments of organization of transport processes and life safety, shem.alex62@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva

To increase crop yields and reduce costs, it is necessary to develop and introduce modern and advanced technologies for researching the state of fields and forecasting yields. Such technologies provide more efficient use of natural, material and other resources, contribute to the development of a highly efficient economy without disrupting the environment, reducing costs. Many agricultural enterprises use precision farming technology with the use of satellite monitoring systems for the agro-industrial complex. The introduction of precision farming includes three main stages: information gathering, decision-making based on the analysis of the data obtained, and the implementation of planned activities. To implement such measures, it is necessary to apply existing precision farming technologies, such as: mapping (creating an electronic field map using



NDVI maps) and parallel driving, which is a common precision farming technology, which includes a GPS receiver, a heading display, autopilot and data processor. To make the required amount of fertilizers, sampling is done at each site, the laboratory analyzes the results obtained, maps the fields, determines the tasks for the machines working in the field. Based on the NDVI maps, biochemical analysis of plants, crop rotation, planned yield and fertilizer doses, a map of recommendations for fertilizer application is generated, thus showing in which parts of the field and what dose should be applied. At the same time, satellite navigation and specialized programs for remote control of equipment are involved. This method allows you to achieve maximum yield, reduce the amount of fertilizers, improve the sustainability of agriculture.

Key words: implementation, satellite monitoring, precision farming, introduction, technologies, system.

Literatura

1. Danilenko Zh.V. Ispol'zovanie tehnologii tochnogo zemledeliya / Zh.V. Danilenko // V sbornike: Problemy i perspektivy razvitiya Rossii: Molodezhny vzglyad v budushee Sbornik nauchnykh statey Vserossiyskoy nauchnoy konferencii. V 4-kh tomakh. Otvetstvennyy redactor A.A. Gorokhov. – 2018. – С. 296-298.
2. Nefedov B.A. Analiz tekhnologiy tochnogo zemledeliya i kriteriy ikh ocenki «Tochnosti» / B.A. Nefedov // V sbornike: Doklady TSKHA Sbornik statey. – 2015. – С. 195-197.
3. Danilenko Zh.V. Vnedrenie koordinatnogo vneseniya udobreniy / Zh.V. Danilenko, K.P. Andreev // Vestnik Soveta molodykh uchenykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.
4. Bachurin A.N. Sputnikovy kontrol' i monitoring dlya optimizatsii raboty agregatov / A.N. Bachurin, D.O. Oleynik, I.U. Bogdanchikov // Sel'skiy makhvizator. – 2015. – №7. – С. 4-5.
5. Andreev K.P. Razrabotka i obosnovanie parametrov rabochikh organov samozagruyayusheysya mashiny dlya poverkhnostnogo vneseniya tverdykh mineral'nykh udobreniy / K.P. Andreev, N.V. Byshov, S.N. Borychev, A.V. Shemyakin, M.Yu. Kostenko, V.V. Terentev. Kursk, – 2018.
6. Nefedov B.A. Innavatsionnyye tekhnologicheskiye processy i mashiny dlya vnuripochvennogo vneseniya mineral'nykh udobreniy v sisteme tochnogo zemledeliya / B.A. Nefedov // Moskva, – 2015. – (2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe). – С. 124.
7. Byshov N.V. Geoinformatsionnyye sistemy v sel'skom khozyaystve Ryazanskoy oblasti – perspektivy razvitiya / N.V. Byshov, D.N. Byshov, U.V. Yakunin, S.V. Gorelov // V sbornike: Sbornik nauchnykh trudov studentov magistratury – Ryazan, – 2012. – С. 36-41.
8. Danilenko Zh.V. Koordinatnoe vneseniya udobreniy na osnove polevogo monitoringa / Zh.V. Danilenko, A.V. Shemyakin, A.D. Eroshkin, K.P. Andreev, M.Yu. Kostenko, V.V. Terentev // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.
9. Andreev K.P. Vnedrenie system monitoringa pri koordinatnom vnesenii udobreniy / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko // V sbornike: Rol' agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii sel'skikh territoriy Sbornik III Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchnoy konferencii. – 2018. – С. 10-13.
10. Danilenko Zh.V. Primenenie GLONASS sistem v sel'skom khozyaystve / Zh.V. Danilenko, K.P. Andreev // V sbornike: Dostizheniya tekhniki i tekhnologii v APK Materialy Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, posveshennoy pamyati Pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya, Akademika RAE, doktora tekhnicheskikh nauk, professora Vladimira Grigor'evicha Artem'eva. Otvetstvennyy redactor Yu.M. Isaev. – 2018. – С. 68-72.
11. Andreev K.P. Monitoring pri koordinatnom vnesenii udobreniy / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko, O.A. Vaulina // V sbornike: Innavatsionnyye dostizheniya nauki i tekhniki APK Sbornik nauchnykh trudov Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2018. – С. 192-194.
12. Andreev K.P. Opredelenie sostoyaniya poley i prognozirovaniye uroжайnosti / K.P. Andreev, O.A. Vaulina, Zh.V. Danilenko // V sbornike: Prioritetnyye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii Materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2019. – С. 20-25.
13. Andreev K.P. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application / K.P. Andreev, Zh.V. Danilenko, M.Yu. Kostenko, B.A. Nefedov, V.V. Terentev, A.V. Shemyakin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – T.10. № 10 Special Issue. – С. 2112-2122.





УДК 631.171: 631.353.722:631.875

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ В АГРЕГАТЕ ДЛЯ 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 РГТУ, university@rgatu.ru

БАЧУРИН Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета, bachurin62@mail.ru,

ДРОЖЖИН Константин Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, drozhhin.k@ryazanagrohim.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В настоящее время актуальной задачей является не только повышение плодородия почвы, но и её оздоровление за счёт использования органических удобрений. Растительные остатки, или незерновая часть урожая (НЧУ), являются побочной продукцией растениеводства, при этом, если использовать НЧУ в качестве удобрения – это эффективное средство для восстановления почвенного плодородия, так как в ее состав входят элементы, участвующие в формировании гумуса. Однако на практике применение данного удобрения ограничено из-за длительного периода разложения органического вещества. Доказано, что для ускорения процесса разложения следует вносить компенсирующие дозы азотосодержащих удобрений. Научный интерес представляет замена этих удобрений на современные биологических препараты и гуминовые продукты, что позволит в общем получить эффективное органическое удобрение. Цель исследований: выявление наиболее эффективных препаратов, максимально ускоряющих процесс разложения растительного материала, и оказывающих благоприятное воздействие на почву при использовании в агрегате для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения. Разложение соломы озимой пшеницы на вариантах опыта с микробиологическими препаратами было выше по сравнению с контролем. В среднем скорость разложения увеличилась на 9,13%. Наивысшую скорость разложения показали образцы после обработки гуминовым препаратом Экорост и комплексным препаратом Биокомплекс БТУ. Применение биологических удобрений положительно влияло на содержание подвижных форм азота, фосфора и калия. В среднем содержание калия увеличилось на 24,82% и составило 168,5 мг/кг почвы, фосфора увеличилось на 28,65% и составило 229 мг/кг почвы, азота – на 79,16% и составило 18,74 мг/кг почвы. Наивысшую эффективность показали гуминовый препарат Экорост и комплексный препарат Биокомплекс БТУ.

Ключевые слова: незерновая часть урожая, валок, солома, утилизация, удобрение, Agrinos 1, Стернифаг, Экорост, Биокомплекс БТУ.

Введение

В своём Послании Федеральному Собранию 20 февраля 2019 года президент Владимир Владимирович Путин отметил, что необходимо улучшать демографическую ситуацию в стране. Для этого необходимо проводить мероприятия по оздоровлению населения. Известно, что на здоровье человека влияет ряд факторов: наследственность, доля которой составляет 20% и образ жизни человека – 80%, из которых 57% составляет качество потребляемых продуктов питания. Как говорил Гиппократ: «Мы есть то, что мы едим!».

Любой продукт, потребляемый в пищу человеком или животным, берёт своё начало из почвы. При формировании урожая сельскохозяйственных культур происходит вынос из почвы питательных элементов. Поэтому важно поддерживать положительный баланс питательных элементов в почве за счёт внесения удобрений. Широкое применение минеральных удобрений привело к загрязнению почвы солями тяжёлых металлов, входящих в их состав, что негативно сказывается на качестве получаемых продуктов питания. В настоящее время актуальным является не только повышение плодородия почвы, но и её оздоровление за счёт

использования органических удобрений [1].

Растительные остатки, или незерновая часть урожая (НЧУ), являются побочной продукцией растениеводства, при этом, если использовать НЧУ в качестве удобрения – это эффективное средство для восстановления почвенного плодородия, так как в ее состав входят элементы, участвующие в формировании гумуса. Однако на практике применение данного удобрения ограничено из-за длительного периода разложения органического вещества. Доказано, что для ускорения процесса разложения следует вносить компенсирующие дозы азотосодержащих удобрений [2]. Научный интерес представляет замена этих удобрений на современные биологические препараты и гуминовые продукты, что позволит в общем получить эффективное органическое удобрение.

Нами предложена конструкция агрегата для утилизации незерновой части урожая (АДУ НЧУ). Данная машина работает по валку соломы: осуществляет подбор растительного материала из валка; его измельчение с одновременной обработкой рабочим раствором препаратов, ускоряющих процесс разложения; равномерное распределение уже готового к использованию удобрения



с возможностью одновременной заделки в почву (опционально). Внесение рабочего раствора осуществляется посредством мелкодисперсного распыления через центробежные форсунки, установленные на форсуночной рампе за распределительными заслонками [3, 4, 5]

В 2018 году в ходе выполнения НИР по заказу Минсельхоза РФ были проведены исследования по использованию различных биологических препаратов (Agrinos 1, Стернифаг, Экорост, Биокомплекс БТУ) [5-14] для приготовления рабочего раствора, ускоряющего процесс разложения растительных остатков, в агрегате для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [5]. Целью исследований было выявление наиболее эффективных препаратов, максимально ускоряющих процесс разложения растительного материала и оказывающих максимально благоприятное воздействие на почву при использовании в АдУ НЧУ [5].

Методика исследований

В августе 2018 года на опытном поле площадью 12 га УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ нами был заложен эксперимент (рис. 1). Для приготовления рабочего раствора применялись следующие препараты с нормой внесения:

- Agrinos 1 – 2 л/га;
- Стернифаг – 80 гр/га;
- Экорост – 0,4 л/га;
- Биокомплекс БТУ 1 л/га.

Агрегат для утилизации НЧУ включал в себя комплекс для подготовки к использованию НЧУ в качестве удобрения и модуль для дифференцированного внесения рабочего раствора МТЗ-82.1 + АдУ НЧУ без комплекса для заделки готового удобрения в почву; заделка осуществлялась дополнительным машинно-тракторным агрегатом (МТА) К-744+БДП6х4 (рис.2.) Заделка производилась в течение 20-30 минут после прохода АдУ НЧУ, исключая негативное воздействие окружающей среды на органическое удобрение. После заделки удобрения на глубину до 10 см вкапывались пластины длиной 30 см с полотном льняной ткани, по разложению которой оценивалась интенсивность разложения растительных остатков (каждое полотно взвешивалось и номеровалось). Выемку образцов производили через 48 дней (октябрь), 86 дней (ноябрь) и в апреле 2019 года (планируется). Образцы очищались от почвы в тёплой воде, высушивались, после чего проводилось визуальное изучение следов видимого разложения. Затем полотна взвешивались и по потере веса, в сравнении с исходным, оценивалась процентная потеря массы, т.е. разложение. Во время выемки вторых образцов были отобра-

ны пробы почвы для проведения исследований на содержание органического вещества, фосфора, азота, калия и микроэлементов.

В ходе эксперимента осуществлялось наблюдение за температурой воздуха и количеством осадков в сравнении со средними данными за всё время наблюдений.

В процессе утилизации НЧУ при помощи предложенной машины АдУ НЧУ оценивались её эксплуатационные показатели (запас рабочего хода по объёму технологической ёмкости, рабочая скорость, производительность), а также особенности использования каждого из рассматриваемых биопрепаратов (например, забивание распылителей форсунок или основного фильтра системы).

Для определения запаса рабочего хода по объёму технологической ёмкости установили постоянное рабочее давление 0,21 МПа, МТА двигался с постоянной скоростью 7,5 км/ч.

Запас рабочего хода агрегата по объёму технологической ёмкости определяется по известной формуле [5]:

$$L_{т.р.} = \frac{10^4 \cdot V_{т.е.} \cdot \rho_{р-р.} \cdot \lambda}{N \cdot B_p}, \quad (1)$$

де $L_{т.р.}$ – длина рабочего хода агрегата между двумя последовательными заправками технологической ёмкости, м;

$V_{т.е.}$ – объём технологической ёмкости, м³;

$\rho_{р-р.}$ – плотность рабочего раствора, кг/м³;

λ – коэффициент использования объёма технологической ёмкости ($\lambda=0,8-0,95$).

Производительность АдУ НЧУ оценивали по выражению:

$$W_{ч} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2)$$

где $W_{ч}$ – часовая производительность МТА, га/ч;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата (в нашем случае это ширина разбрасывания органического удобрения), м;

V_p – рабочая скорость МТА, км/ч;

τ – коэффициент использования времени.

Результаты

В период проведения исследований температура воздуха была выше средней по области, наблюдался недостаток влаги (атмосферные осадки были ниже среднемноголетних показаний по региону в августе и сентябре), влагообеспеченность достигла нормы лишь в октябре-ноябре (табл. 1), что отразилось и на степени активности почвенной биологической микрофлоры. Полученные результаты значительно отличались по месяцам исследования (табл. 2).

Таблица 1 – Среднее значение температур и атмосферных осадков за время проведения опыта

Показатель	Месяц	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
Средняя температура, град.		24,8	19,3	10,3	0,5
Среднее многолетние значения температур по Рязанской области, град.		17,4	12,3	4,65	-1,5
Атмосферные осадки, мм		54,9	49,2	43,9	38
Среднее многолетние значения атмосферных осадков по Рязанской области, мм		69,6	61,4	41,3	33,1



Рис. 1 – Схема полевого эксперимента



Рис. 2 – Закладка полевого эксперимента

Таблица 2 – Степень разложения льняных полотен, %

Препарат	Дата закладки / изъятие пробы	16 августа 2018 г.	03 октября 2018 г.	07 ноября 2018 г.
Аgrinos 1		100	99,48	91,90
Стернифаг		100	96,70	87,40
Экорост		100	97,50	79,40
Биокомплекс БТУ		100	96,35	86,00
Контроль		100	100	95,30

На основе полученных данных таблицы 2 был построен график скорости разложения льняных полотен – рисунок 3.

Полученная динамика активности работы биологических препаратов не была линейной и во многом зависела от погодных условий. Более жаркая температура и отсутствие обильных осадков в августе- сентябре 2018 года не способствовали активной работе почвенной биоты и в первый отчетный период лучшее разложение льняных полотен было на варианте с Биокомплексом БТУ и Стернифагом, соответственно 3,6 и 3,3%. Вариант с препаратом Экорост уступал этим вариантам, разложение здесь зафиксировано на уровне 2,5%. На варианте с препаратом Agrinos 1 и контроле процесс разложения биологической массы практически отсутствовал.

Прошедшие осадки в конце сентября и в начале октября даже при условии снижения температурного режима ускорили процессы разложения почвенных микроорганизмов, в частности, целлюлозоразлагающих бактерий. В этих условиях

препарат Экорост, содержащий гуминовые и фульвокислоты, наиболее эффективно помогал почвенным микроорганизмам в процессах жизнедеятельности. Динамика разложения растительных остатков повысилась более чем в три раза

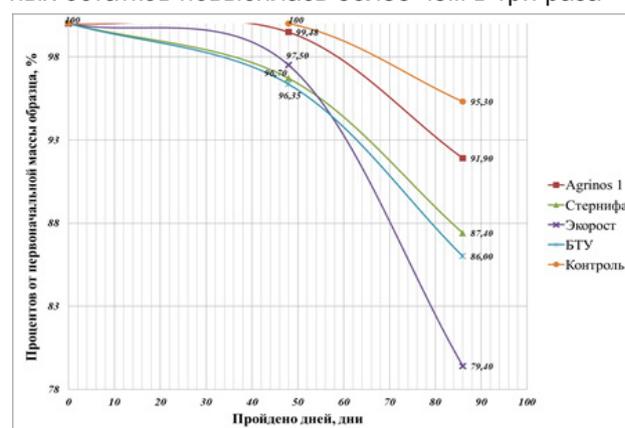


Рис. 3 – График разложения льняных полотен

Таблица 3 – Почвенные показатели, в зависимости от варианта опыта

Варианты	Контроль	Agrinos-1	Стернифаг	Экорост	Биокомплекс БТУ
Показатели					
pH (соляной вытяжки)	5.2	6.1	5.7	4.9	4.9



Продолжение таблицы 3

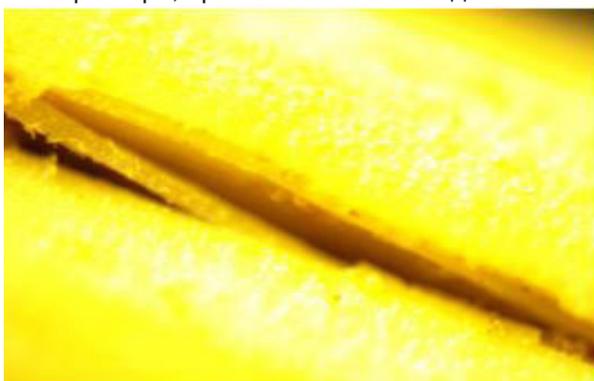
K ₂ O мг/кг почвы	135	162	205	208	99
P ₂ O ₅ мг/кг почвы	178	234	245	212	225
NO ₃ мг/кг почвы	10.46	5.28	9.21	36.13	24.32
Органическое вещество, %	2.72	2.31	2.58	2.55	2.37
Микроэлементы					
Цинк (Zn), мг/кг почвы	1.09	1.33	1.33	0.96	0.84
Медь (Cu), мг/кг почвы	6.05	7.89	6.84	6.58	6.05
Бор (B), мг/кг почвы	0.60	0.80	1.02	0.63	0.68

При выполнении опытных работ особых трудностей с приготовлением и внесением рабочего раствора не возникло. Распылители форсунок не забивались. При внесении гуминового продукта (Экорост), через каждые 400-500 метров возникла необходимость очистки фильтрующего элемента, так как в растворе образовывался осадок в виде торфяной крошки. Однако следует отметить, что при внесении препаратов Agrinos 1 и Стернифаг опрыскивателями происходило забивание основного фильтра, при использовании АдУ НЧУ с теми

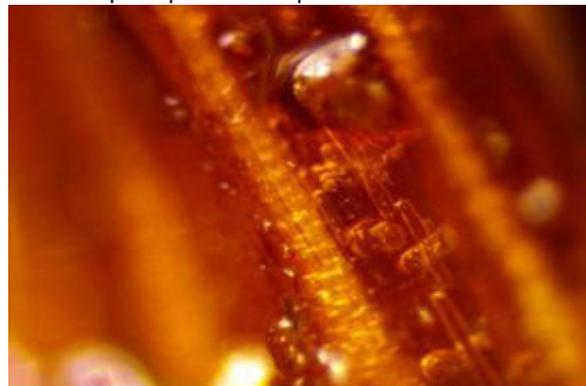
же препаратами проблем не возникало.

Запас рабочего хода по объему технологической емкости составил 3000 метров. Часовая производительность – до 5,5 га/ч, рабочая скорость – до 8,5 км/ч.

Следует отметить, что при внесении рабочего раствора АдУ НЧУ достигалась усвояемость измельченной растительной массой более 90% раствора. На рисунке 4 показан фрагмент НЧУ (под микроскопом с увеличением 10х) до обработки гуминовым препаратом Экорост и после нее.



а



б

а – фрагмент НЧУ до обработки; б – фрагмент НЧУ после обработки
Рис. 4 – НЧУ, обработанная гуминовым препаратом Экорост

Как видно из рисунка 4, гуминовый препарат Экорост равномерно обволакивает растительный материал и быстро впитывается, что способствует высокой эффективности использования данного продукта.

Выводы

В результате проведенных исследований была установлена высокая эффективность биологических удобрений и гуминовых препаратов для улучшения микробиологических параметров почвы и ускорения процесса разложения пожнивных остатков. Разложение соломы озимой пшеницы на вариантах с микробиологическими препаратами была выше по сравнению с контролем: в среднем скорость разложения увеличилась на 9,13%. Наивысшую скорость разложения показали образцы после обработки гуминовым препаратом Экорост и комплексным препаратом Биокомплекс БТУ. Применение биологических удобрений положительно влияло на содержание подвижных форм азота, фосфора и калия. В среднем содержание калия увеличилось на 24,82% и составило 168,5 мг/кг почвы, содержание фосфора увеличилось на 28,65% и составило 229 мг/кг почвы,

азота – на 79,16% и составило 18,74 мг/кг почвы. Наивысшую эффективность показали гуминовый препарат Экорост и комплексный препарат Биокомплекс БТУ. Содержание в почве микроэлементов повышалось при внесении микробиологических удобрений. Содержание цинка увеличилось на 2,29% и составило 1,115 мг/кг почвы, содержание меди увеличилось на 13,06% и составило 6,84 мг/кг почвы, бора – на 30,4% и составило 0,785 мг/кг почвы в вариантах с биологическими удобрениями в сравнении с контролем. Наивысшую эффективность показали Agrinos 1 и Стернифаг.

Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения показал свою эффективную и надежную работу. Запас рабочего хода по объему технологической емкости составил 3000 метров. Часовая производительность – до 5,5 га/ч, рабочая скорость – до 8,5 км/ч. Обеспечивается усвояемость растительной массой более 90% рабочего раствора. Качество измельчения незерновой части урожая соответствует агротехническим требованиям, массовая доля фракции частичек соломы с длиной до 100 мм составляет



более 90%.

В апреле будут отобраны образцы льняных полотен и взяты вторые образцы почвы. Летом 2019 года во время уборки будет произведена оценка урожайности и качества сельскохозяйственной продукции. Всё это позволит дать более полное представление о наиболее эффективном биопрепарате.

Список литературы

1. Занилов, А.Х. К органическому сельскому хозяйству через биологизацию [Текст] / А.Х. Занилов, Ж.М. Яхтанигова // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. – 2016. – №1. – С. 47-52.

2. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения почвенного плодородия / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: материалы науч.-практич. конф. 2012 г. -Рязань: РГАТУ, 2012. -С.59-63.

3. Пат. 179 685 Российская Федерация, СПК А01F 29/00 (2006.01); А01D 34/43 (2006.01). Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / Богданчиков И.Ю., Иванов Д.В., Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Качармин А.А. заявитель и патентообладатель Богданчиков И.Ю. - № 2017140290/13 (070001); заявл. 20.11.17; опубл. 22.05.18, Бюл. №15. – 2 с.

4. Агрегат для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Д.В. Иванов, Н.В. Бышов [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. - №4. – С. 5-11.

5. Богданчиков, И.Ю. Рекомендации по применению агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения с использованием биологических удобрений, биопрепаратов и гуминовых продуктов [Текст] / И.Ю. Богданчиков, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин, Г.К. Рембалович, Д.Н. Бышов, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносок. – ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018 – 44 с.

6. Результаты полевого эксперимента применения незерновой части урожая в качестве удобрения под озимые культуры [Текст] / Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Вестник Рязанского государственного агротехно-

логического университета имени П.А. Костычева. – 2014. – №1. – С. 80-84.

7. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.

8. Русакова, И.В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах [Текст] / И.В. Русакова // *Juvenis scientia*. – 2018. - №9. – С. 4-9.

9. Тарасов, С.А. Использование микробиологических препаратов для ускорения деструкции соломы [Текст] / С.А. Тарасов, О.М. Шершнева // Вестник Курской государственной академии. – 2014. – № 6. – С. 41-45.

10. Богатырева, Е.В. Эффективность соломо-разлагающих биопрепаратов в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края [Текст] / Е.В. Богатырева // Достижения науки и техники АПК, 2014, № 9, С. 31-33.

11. Роль микробиологических удобрений и сидератов в повышении продуктивности и качества картофеля [Текст] / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Российская сельскохозяйственная наука. 2018 - №4 – С. 24-27.

12. Шахова, О.А. Агроэкологическое обоснование применения биопрепарата Стернифаг на полях западной сибирей [Текст] / О.А. Шахова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018 - №5. – С. 33-35.

13. Применение биокомплекса – БТУ в технологиях возделывания яровой пшеницы [Текст] / С.В. Богомазов, О.А. Ткачук, А.П. Дружников [и др.] // Нива Поволжья. 2018 - №2 – С.34-39.

14. Исследование эффективности биопрепарата для использования его в устройстве для утилизации незерновой части урожая [Текст] / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, А.А. Качармин // Материалы Всероссийской. научн. практич. конф. «Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности» 29 ноября 2017 года: Сб. научн. тр. – Орёл: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2017. – С. 37-40.

RESULTS OF APPLICATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS IN THE UNIT FOR UTILIZATION OF NOT GRAIN PART OF THE HARVEST AS FERTILIZER

Bogdanichkov 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 FGBOU VO RGATU,

Bachurin Alexey N. of Cand. Tech. Sci., associate professor, dean of engineering faculty,

Drozhdzhin Konstantin N. edging. agricultural sciences, associate professor, associate professor of operation of the machine and tractor park,

Ryazan state agrotechnological university of P.A. Kostychev

Now a relevant task is not only increase in fertility of the soil, but also its improvement, due to use of organic fertilizers. The vegetable remains or not grain part of a harvest (NGPH), is collateral products of crop production, at the same time, if to use it as fertilizer is an effective remedy for restoration of soil fertility as the elements participating in formation of a humus are its part. However, in practice use of this fertilizer is limited because of the long period of decomposition of organic matter. It is proved that for acceleration of process of decomposition it is necessary to bring the compensating doses of nitrogen-containing fertilizers. Replacement of these fertilizers on modern biological medicines and humic products is of scientific interest that will allow to receive effective organic fertilizer generally. Purpose of researches: identification of the most effective medicines which are most accelerating process of decomposition of plant material, and making favorable



impact on the soil when using in the unit for utilization of not grain part of a harvest as fertilizer. Decomposition of straw of a winter wheat on experience options with microbiological medicines was higher in comparison with control. On average the speed of decomposition increased by 9.13%. The highest speed of decomposition samples after processing by the humic medicine Ekorost and complex medicine showed Biokompleks of BTU. Use of biological fertilizers positively influenced the maintenance of mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium. On average the content of potassium increased by 24.82% and was 168.5 mg/kg of the soil, phosphorus increased by 28.65% and was 229 mg/kg of the soil, nitrogen increased by 79.16% and was 18.74 mg/kg of the soil. The highest efficiency the humic drug Ekorost and complex medicine showed Biokompleks of BTU.

Key words: not grain part of a harvest, roll, straw, utilization, fertilizer, Agrinos 1, Strnifag, Ekorost, Biokompleks of BTU.

Literatura

1. Zanirov, A.X. K organicheskomu sel'skomu khozyajstvu cherez biologizaciyu [Tekst] / A.X. Zanirov, Zh.M. Yaxtanigova // *Innovacii v APK: Problemy i perspektivy*. – 2016. – №1. – S. 47-52.
2. K voprosu ob effektivnom ispol'zovanii solomy dlya soxraneniya pochvennogo plodorodiya /N.V. By'shov, A.N. Bachurin, I.Yu. Bogdanchikov, A.I. Marty'shov // *Innovacionny'e napravleniya i metody realizacii nauchny'x issledovanij v APK: materialy nauch.-praktich. konf. 2012 g. -Ryazan': RGATU, 2012. -S.59-63.*
3. Pat. 179 685 Rossijskaya Federaciya, SPK A01F 29/00 (2006.01); A01D 34/43 (2006.01). Agregat dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya v kachestve udobreniya [Tekst] / Bogdanchikov I.Yu., Ivanov D.V., By'shov N.V., Bachurin A.N., Kacharmin A.A. zayavitel' i patentoobladatel' Bogdanchikov I.Yu. - № 2017140290/13 (070001) ; zayavl. 20.11.17 ; opubl. 22.05.18, Byul. №15. – 2 s.
4. Agregat dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya v kachestve udobreniya [Tekst] / I.Yu. Bogdanchikov, D.V. Ivanov, N.V. By'shov [i dr.] // *Vestnik APK Stavropol'ya*. – 2018. - №4. – S. 5-11.
5. Bogdanchikov, I.Yu. Rekomendacii po primeneniyu agregata dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya v kachestve udobreniya s ispol'zovaniem biologicheskix udobrenij, biopreparatov i guminovy'x produktov [Tekst] / I.Yu. Bogdanchikov, K.N. Drozhzhin, A.N. Bachurin, G.K. Rembalovich, D.N. By'shov, M.Yu. Kostenko, R.V. Beznosyuk. – FGBOU VO RGATU, 2018 – 44 s.
6. Rezul'taty polevogo eksperimenta primeneniya nezernovoj chasti urozhaya v kachestve udobreniya pod ozimy'e kul'tury [Tekst] / N.V. By'shov, A.N. Bachurin, I.Yu. Bogdanchikov, A.I. Marty'shov // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kosty'cheva*. – 2014. – №1. – S. 80-84.
7. Tixonovich I.A., Kozhemyakov A.P., Chebotar' V.K. i dr. Biopreparaty v sel'skom khozyajstve (Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve). – M.: Rossel' xozakademiya, 2005. – 154 s.
8. Rusakova, I.V. Biopreparaty dlya razlozheniya rastitel'ny'x ostatkov v agroekosistemax [Tekst] / I.V. Rusakova // *Juvenis scientia*. – 2018. - №9. – S. 4-9.
9. Tarasov, S.A. Ispol'zovanie mikrobiologicheskix preparatov dlya uskoreniya destrucii solomy [Tekst] / S.A. Tarasov, O.M. Shershneva // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj akademii*. – 2014. – № 6. – S. 41-45.
10. Bogaty'reva, E.V. Effektivnost' solomorazlagayushhix biopreparatov v zone neustojchivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraja [Tekst] / E.V. Bogaty'reva // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2014, № 9, S. 31-33.*
11. Rol' mikrobiologicheskix udobrenij i sideratov v povy'shenii produktivnosti i kachestva kartofelya [Tekst] / S.V. Zhevora, L.S. Fedotova, N.A. Timoshina, E.V. Knyazeva // *Rossijskaya sel'skoxozyajstvennaya nauka. 2018 - №4 – S. 24-27.*
12. Shaxova, O.A. Agroekologicheskoe obosnovanie primeneniya biopreparata Sternifag na polyax zapadnoj sibli [Tekst] / O.A. Shaxova // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018 - №5. – S. 33-35.*
13. Primenenie biokompleksa – BTU v texnologiyax vozdevaniya yarovoj pshenicy [Tekst] / S.V. Bogomazov, O.A. Tkachuk, A.P. Druzhnikov [i dr.] // *Niva Povolzh'ya. 2018 - №2 – S.34-39.*
14. Issledovanie effektivnosti biopreparata dlya ispol'zovaniya ego v ustrojstve dlya utilizacii nezernovoj chasti urozhaya [Tekst] / I.Yu. Bogdanchikov, N.V. By'shov, A.N. Bachurin, A.A. Kacharmin // *Materialy Vserossijskoj. nauchn. prakt. konf. «Prodovol'stvennaya bezopasnost': ot zavisimosti k samostoyatel'nosti» 29 noyabrya 2017 goda: Sb. nauchn. tr. – Oryol: FGBOU VO Orlovskij GAU, 2017. – S. 37-40.*





УДК 631.369.258/638.178

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРГОВЫХ СОТОВ

БЫШОВ Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка, university@rgatu.ru

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой электроснабжения, kadm76@mail.ru

МОРОЗОВ Сергей Сергеевич, соискатель, mars37603@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

ЦЫМБАЛ Александр Андреевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, Российский государственный аграрный университет имени К.А. Тимирязева, tcimbalaa@yandex.ru

ЧУХЛАНОВ Владимир Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых, vladsilan@mail.ru

В данной статье представлены результаты исследования зависимости теплофизических свойств пчелиных сотов от относительной влажности содержащейся в них перги. Данные исследования необходимо учитывать при проектировании и обосновании конструктивно-технологических параметров оборудования для сушки перговых сотов, являющейся одним из этапов технологии извлечения перги. Для проведения исследования формировали три навески: перговые соты нативной влажности; перговые соты, высушенные конвективным способом на протяжении 48 часов; восковая основа, освобожденная от перги. Исследование теплофизических свойств перговых сотов производили в измерителе теплопроводности ИТП-МГ4 «100». Методика проведения исследования и общий вид установки во время проведения исследования теплофизических свойств перговых сотов описаны в статье. По результатам исследования были построены графические зависимости теплопроводности λ и теплового сопротивления R . Полученные результаты эксперимента показывают, что восковая основа является эффективным теплоизолятором из-за большой объемной доли сухого воздуха, обладая значением теплового сопротивления, равным $0,366 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$. На основании полученных данных можно сделать вывод, что перга обладает высокой теплопроводностью, зависящей от ее влажности, поэтому при заполнении свободных ячеек сота пергой нативной влажности значение теплопроводности возрастает до $0,103 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$. С уменьшением влажности перги значение теплопроводности уменьшается до $0,082 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$, а тепловое сопротивление R увеличивается от $0,252 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ до $0,317 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$. Это связано с уменьшением влаги в местах соприкосновения частиц перги и увеличением объемной доли сухого воздуха.

Ключевые слова: пчелиные соты, восковое сырье, перга, конвективная сушка, теплофизические свойства.

Введение

Одним из наиболее ценных продуктов пчеловодства являются перговые гранулы [1, 3, 7]. Насыщенные биологически-активными компонентами, они представляет собой уникальный природный лекарственный препарат, применяемый для профилактики и лечения целого ряда заболеваний [2, 5]. В настоящее время наблюдается дефицит заготовки перговых гранул. Это связано с отсутствием высокопроизводительных способов механизированного извлечения перговых гранул и постоянно растущим спросом на них в связи с ростом осведомленности о преимуществах данного продукта [4, 9].

Перговые гранулы представляют собой обножку, обработанную секретом слюнных желез, смешанную с медом и утрамбованную в ячейки сотов. Запечатанная снаружи воском, на протяжении 15 дней обножка подвергается процессу ферментации под действием молочной кислоты [1, 7]. По окончании процесса ферментации свежизготовленные перговые гранулы имеют высокую влажность (25-35%), зависящую от количества нектара, меда, секрета слюнных желез, влажности воздуха и т.д. Из-за высокой влажности перговые гранулы являются хорошей средой для развития плесени,

дрожжей и бактерий [3, 8].

Для сохранения полезных свойств перговых гранул необходимо производить их извлечение. Существует большое количество различных технологий извлечения перговых гранул, однако одной из наиболее затратных операций при их использовании является сушка перговых гранул [1, 2, 4].

Вопросами модернизации технологии сушки перговых гранул занимались многие ученые. В связи с этим существует большое количество разнообразных установок для сушки перговых гранул, однако наиболее распространенным способом является сушка горячим воздухом [3, 6, 8]. Такое положение связано с простотой конструкции данных установок. Тем не менее, продолжительность конвективной сушки достигает 40-45 часов при достаточной высокой энергоёмкости процесса [2, 10].

Для интенсификации процесса сушки применяют вакуумную инфракрасную сушку. Преимуществами данного способа являются высокая интенсивность процесса сушки за счет снижения температуры кипения воды. В связи с малой продолжительностью процесса сушки (около 2 часов), энергоёмкость вакуумных инфракрасных установок значительно ниже их аналогов. Впрочем,



к недостаткам данных установок можно отнести применение специального оборудования при их изготовлении [1, 2, 11].

Независимо от способа сушки перговых гранул, при проектировании и обосновании конструктивно-технологических параметров сушильных установок необходимо знать точные теплофизические характеристики продукта [3, 6]. К основным теплофизическим характеристикам относятся теплопроводность, тепловое сопротивление, коэффициент температуропроводности и др.

Теплопроводность продукта характеризует теплоизоляционные свойства и зависит от многих факторов: структуры, влагосодержания и др. Коэффициент температуропроводности характеризует скорость нагревания и охлаждения продукта, а тепловое сопротивление – способность препятствовать распространению тепла внутри продукта.

Исследованием теплофизических свойств пчелиных сот занимались многие ученые [2, 7, 9]. Так, для определения теплофизических свойств восковой основы и перговых гранул С.В. Винокуров, В.Ф. Некрашевич и др. использовали метод плоского зонда, предложенный А.Ф. Чудновским. В.И. Лебедев, А.И. Касьянов и Е.П. Лапынина для исследования теплофизических свойств перговых сотов разработали и изготовили специальную установку, представляющую собой обечайку, внутри которой размещены электрические нагреватели и набор дифференциальных термопар для

измерения величины ЭДС и разности температур внутри установки и вне ее.

Однако используемые методы определения теплофизических свойств перговых сотов имеют ряд недостатков, одним из которых является высокая погрешность измерений в связи с использованием несертифицированного оборудования.

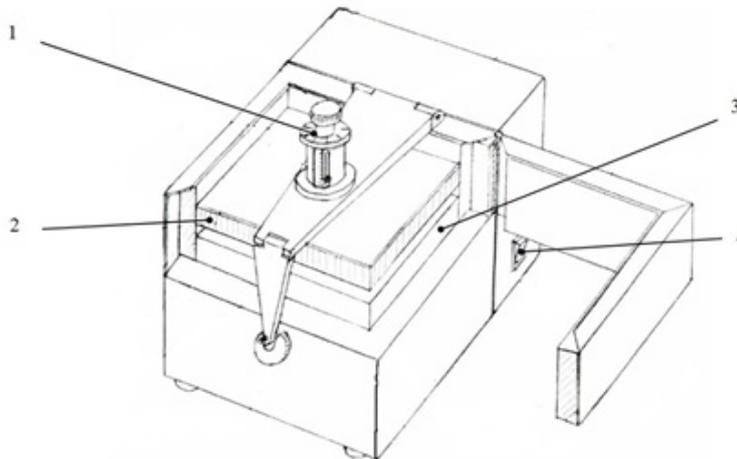
Цель исследования

В связи с вышесказанным целью исследования является определение теплофизических свойств перговых сотов в зависимости от относительной влажности содержащихся в них перговых гранул.

Материалы и методы исследования

Для обеспечения высокой точности получаемых результатов нами было проведено исследование с использованием измерителя теплопроводности ИТП-МГ4 «100» производства ООО «СКБ Стройприбор».

Прибор состоит из двух частей: электронного блока и блока нагревателя-преобразователя. Нагреватель-преобразователь (рис. 1), выполненный в виде стационарной установки, включает в себя нагреватель 2 и холодильник 3, на поверхности которых размещены платиновые датчики температуры. На боковой стенке прибора расположен выключатель питания 4. В верхней части прибора находится прижимное устройство 1, снабженное отсчетным устройством для измерения толщины образца.



1 – прижимное устройство; 2 – нагреватель; 3 – холодильник; 4 – выключатель питания

Рис. 1 – Схема нагревателя-преобразователя для измерения теплопроводности ИТП-МГ4 «100»

Для проведения исследования формировали три навески размером 100×100 мм:

Исследование проводили в три этапа. На первом этапе определяли теплофизические свойства извлеченного из улья сота, заполненного свежей пергой нативной влажности. На втором этапе определяли теплофизические свойства сота, заполненного пергой, после конвективной сушки горячим воздухом на протяжении 48 часов. Третий этап исследования был направлен на изучение свойств восковой основы, освобожденной от перговых гранул.

В общем случае порядок проведения опыта был следующим: перед проведением исследования установка была откалибрована по эталону, после чего исследуемый образец помещали в установку и фиксировали его прижимным устройством. Затем включали электропитание прибора и выбирали режим измерения, задавая толщину материала. По окончании измерения, записывали показания прибора.

Общий вид установки для определения теплофизических свойств сотов показан на рисунке 2.



1 – электронный блок; 2 – испытательная камера; 3 – исследуемый материал
Рис.2 – Общий вид установки во время проведения исследования

Вычисления теплопроводности λ и теплового сопротивления R производились по формулам:

$$\lambda = \frac{H \cdot q}{T_H - T_X}; \quad (1)$$

$$R_H = \frac{T_H - T_X}{q} - 2 \cdot R_K; \quad (2)$$

где λ – эффективная теплопроводность, Вт/м·К;
 H – толщина исследуемого образца, мм;
 q – плотность теплового потока, проходящего через исследуемый образец, Вт/м²;
 R_H – теплое сопротивление измеряемого

образца, м²·К/Вт;

R_K – теплое сопротивление между лицевой гранью образца и рабочей поверхностью плиты прибора, учитывающееся при калибровке прибора, м²·К/Вт;

T_H – температура нагревателя, К;

T_X – температура холодильника, К.

По окончании измерений исследуемые образцы взвешивали и определяли влажность в соответствии с методом, соответствующим требованиям ГОСТ 31776-2012.

Результаты и их анализ

Статистические данные, полученные в ходе определения теплофизических свойств, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Теплофизические свойства перговых сотов

Образец	Влажность, %				Теплопроводность λ , Вт/м·град				Тепловое сопротивление R , м ² ·град/Вт			
	повторности			W_{cp}	повторности			λ_{cp}	повторности			R_{cp}
	W_1	W_2	W_3		λ_1	λ_2	λ_3		R_1	R_2	R_3	
Перговый сот нативной влажности	23,4	23,3	23,8	23,5	0,101	0,108	0,1	0,103	0,256	0,241	0,26	0,252
Перговый сот после сушки	12,7	13,1	11,7	12,5	0,083	0,083	0,081	0,082	0,315	0,315	0,321	0,317
Восковая основа	1,8	1,3	2,1	1,73	0,072	0,071	0,07	0,071	0,362	0,366	0,37	0,366

По результатам исследования были построены графические зависимости теплопроводности λ и теплового сопротивления R (рисунки 3,4).

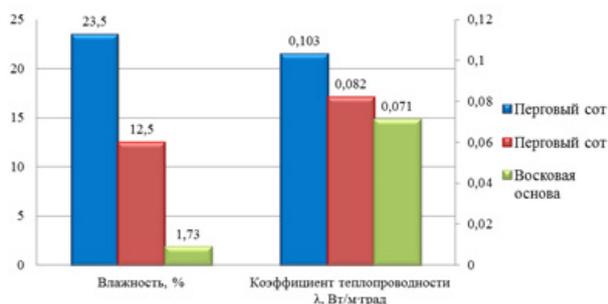


Рис. 3 – Графическая зависимость теплопроводности λ

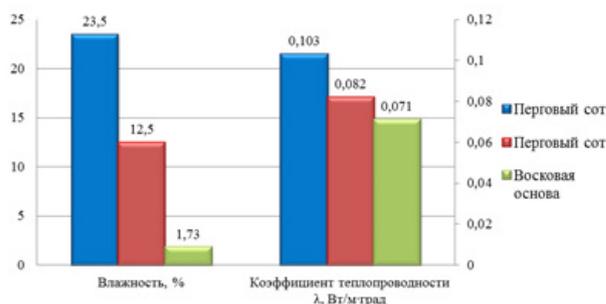


Рис. 4 – Графическая зависимость теплового сопротивления R



По своей сути пчелиный сот представляет собой воздушную прослойку, разделенную восковыми ячейками и ограниченную деревянной основой [7]. Свободный объем ячеек на 95% заполнен сухим воздухом, который является прекрасным теплоизолятором, тепловое сопротивление которого составляет $1 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$. Из полученных данных видно, что тепловое сопротивление восковой основы имеет значение $0,366 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$, а теплопроводность восковой основы – $0,071 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$. Таким образом, восковая основа близка по своим теплофизическим характеристикам к таким эффективным теплоизоляторам, как минеральная вата плотностью $200 \text{ кг}/\text{м}^3$ ($0,07 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$), хлопковая вата ($0,064 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$) и пеностекло плотностью $200 \text{ кг}/\text{м}^3$ ($0,07 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$).

Анализируя зависимости, представленные на рисунках 3 и 4, можно отметить, что перговые гранулы обладают высокой теплопроводностью. При заполнении восковой основы перговыми гранулами значение теплового сопротивления восковой основы уменьшается, а теплопроводность увеличивается с увеличением влажности перговых гранул. Значение теплопроводности пчелиных сотов, заполненных перговыми гранулами нативной влажности, возрастает до $0,103 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$. С уменьшением влажности перговых гранул до 12,5% значение теплопроводности уменьшается до $0,082 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$, а тепловое сопротивление R увеличивается с $0,252 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ до $0,317 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$. Такое поведение теплофизических коэффициентов характерно для многих гранулированных материалов растительного происхождения. Это происходит из-за уменьшения количества влаги на поверхности контакта перговых гранул.

Выводы

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что наибольшим тепловым сопротивлением, величина которого составляет $0,366 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$, обладает восковая основа сота, полностью освобожденная от перговых гранул. Таким образом, восковая основа является эффективным теплоизолятором, что связано с большим объемом сухого воздуха в восковой основе. В свою очередь перга обладает высокой теплопроводностью, зависящей от ее влажности, поэтому при заполнении свободных ячеек сота пергой нативной влажности значение теплопроводности возрастает до $0,103 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$. С уменьшением влажности перги значение теплопроводности уменьшается до $0,082 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$, а тепловое сопротивление R увеличивается с $0,252 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ до $0,317 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$. Полученные данные могут быть использованы при проектировании и обосновании конструктивно-технологических параметров оборудования для сушки перговых сотов.

Список литературы

1. Бышов, Д.Н. Исследование изменения температуры перги в процессе вакуумной инфракрасной сушки [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин. С.С. Морозов, В.П. Воронов // Вестник Рязанского госу-

дарственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – Рязань, 2018. – № 2 (38). – С. 69–72.

2. Бышов, Д.Н. К вопросу экспериментального исследования инфракрасной вакуумной сушки перги в соте [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, С.С. Морозов // Методы механики в решении инженерных задач: материалы I Всероссийской научно-практической конференции. – Лесниково, 2017. – С. 102–104.

3. Бышов, Д.Н. К вопросу энергосберегающей сушки перги / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, С.Н. Гобелев и др. // В сборнике: Современные энерго- и ресурсосберегающие экологические устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов. – Рязань, 2016. – С. 160–162.

4. Бышов, Д.Н. Получение перги промышленным способом [Текст] / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, П.А. Рябченко, А.А. Петухов // В сборнике: Forest Engineering материалы научно-практической конференции с международным участием. – Якутск, 2018. – С. 36–38.

5. Каширин, Д.Е. Исследование процесса вакуумной инфракрасной сушки перги [Текст] / Д.Е. Каширин, С.С. Морозов, Б.А. Нефедов, С.Д. Полищук // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск, 2017. – № 3. – С. 168–173.

6. Каширин, Д.Е. Энергосберегающий процесс получения перги [Текст] / Д.Е. Каширин, Д.Н. Бышов, С.Н. Гобелев и др. // Сельский механизатор. – Москва, 2018. – № 2. – С. 32–33.

7. Лебедев, В.И. Теплозащитные свойства пчелиных сотов / В.И. Лебедев, А.И. Касьянов, Е.П. Лапынина – Рыбное: Изд-во ФГБНУ «НИИ пчеловодства», 2016 – 22 с.

8. Морозов, С.С. К вопросу определения производительности установки для вакуумной инфракрасной сушки перги [Текст] / С.С. Морозов, Д.Е. Каширин // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. – Мичуринск, 2018. – С. 71–73.

9. Морозов, С.С. Установка для вакуумной инфракрасной сушки перги [Текст] / С.С. Морозов // Современный агропромышленный комплекс глазами молодых ученых: материалы научно-образовательной школы аспирантов Ассоциации аграрных вузов Центрального Федерального округа России. – Орел, 2017. – С. 118–121.

10. Патент на изобретение № 2391610 РФ, F26B9/06. Установка для сушки перги / Д.Е. Каширин (РФ). – №2009109542/06; Заявлено 16.03.2009; Опубликовано 10.06.2010. Бюл. № 16.

11. Патент на изобретение № 2660575 РФ, F26B 9/066; F26B 5/04; F26B 25/00. Установка для сушки перги / Каширин Д.Е., Гобелев С.Н., Бышов Д.Н., Морозов С.С. (РФ). – № 2016136571; Заявлено 12.09.2016; Опубликовано 06.07.2018. Бюл. № 19.



TO THE QUESTION OF THE RESEARCH OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE HONEYCOMBS

Byshov Dmitriy N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, university@rgatu.ru

Kashirin Dmitriy Ye., Doctor technical sciences, Associate Professor, kadm76@mail.ru

Morozov Sergei S., applicant, mars37603@mail.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

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

Chukhlanov Vladimir Yu., Doctor technical sciences, Professor, Vladimir State University Named after Alexander And Nikolay Stoletovs, vladsilan@mail.ru

This article presents the results of a research of the dependence of the thermophysical properties of honeycombs on the relative humidity of the bee bread contained in them. These research need to be taken into account both in the design and justification of the structural and technological parameters of the equipment for drying the combs, which is one of the stages of the technology for extracting bee bread. For the research, three weights were formed: honeycombs of native humidity; honeycombs, dried in a convective way for 48 hours and wax base, freed from bee-bread. Measurement of thermophysical properties of honeycombs was carried out in an ITP-MG4 "100" thermal conductivity meter. The methodology of the study and the general view of the installation during the study of the thermophysical properties are described in the article. According to the results of the study, graphical dependences of thermal conductivity λ and thermal resistance R were constructed. The results of the experiment show that the wax base is an effective heat insulator as a result of a large volume fraction of dry air, having thermal resistance of 0,366 m²-deg/W. On the basis of the data obtained, it can be concluded that bee bread has a high thermal conductivity, depending on its humidity, therefore, when filling free cells of the native humidity cell with bee bread of native humidity, the thermal conductivity increases to 0.103 W/m-deg. With a decrease in the moisture content of bee bread, the value of the thermal conductivity decreases to 0.082 W/m-deg and the thermal resistance R increases from 0.252 m²-deg/W to 0.317 m²-deg/W. This is due to a decrease in moisture at the points of contact between the particles of bee bread and an increase in the volume fraction of dry air.

Key words: honeycombs, wax raw materials, bee bread, convective drying, thermal properties.

Literatura

1. Byshov, D.N. Issledovanie izmeneniya temperatury pergi v processe vakuumnoj infrakrasnoj sushki [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, S.S. Morozov, V.P. Voronov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – Ryazan', 2018. – № 2 (38). – S. 69–72.

2. Byshov, D.N. K voprosu ehksperimental'nogo issledovaniya infrakrasnoj vakuumnoj sushki pergi v sote [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, S.S. Morozov // Metody mekhaniki v reshenii inzhenernyh zadach: materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Lesnikovo, 2017. – S. 102–104.

3. Byshov, D.N. K voprosu ehnergosberegayushchej sushki pergi / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, S.N. Gobelev i dr. // V sbornike: Sovremennye ehnergo- i resursosberegayushchie ehkologicheskie ustojchivye tekhnologii i sistemy sel'skokozyajstvennogo proizvodstva. Sbornik nauchnyh trudov. – Ryazan', 2016. – S. 160–162.

4. Byshov, D.N. Poluchenie pergi promyshlennym sposobom [Tekst] / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, P.A. Ryabchenko, A.A. Petuhov // V sbornike: Forest Engineering materialy nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Yakutsk, 2018. – S. 36–38.

5. Kashirin, D.E. Issledovanie processa vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi [Tekst] / D.E. Kashirin, S.S. Morozov, B.A. Nefedov, S.D. Polishchuk // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Michurinsk, 2017. – № 3. – S. 168–173.

6. Kashirin, D.E. EHnergosberegayushchij process polucheniya pergi [Tekst] / D.E. Kashirin, D.N. Byshov, S.N. Gobelev i dr. // Sel'skij mekhanizator. – Moskva, 2018. – № 2. – S. 32–33.

7. Lebedev, V.I. Teplozashchitnye svojstva pchelinyh sotov / V.I. Lebedev, A.I. Kas'yanov, E.P. Lapygina – Rybnoe: Izd-vo FGBNU «NII pchelovodstva», 2016 – 22 c.

8. Morozov, S.S. K voprosu opredeleniya proizvoditel'nosti ustanovki dlya vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi [Tekst] / S.S. Morozov, D.E. Kashirin // V sbornike: Inzhenernoe obespechenie innovacionnyh tekhnologij v APK Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod obshchej redakciej V.A. Solopova. – Michurinsk, 2018. – S. 71–73.

9. Morozov, S.S. Ustanovka dlya vakuumnoj infrakrasnoj sushki pergi [Tekst] / S.S. Morozov // Sovremennyy agropromyshlennyj kompleks glazami molodyh uchenyh: materialy nauchno-obrazovatel'noj shkoly aspirantov Associacii agrarnykh vuzov Central'nogo Federal'nogo okruga Rossii. – Orel, 2017. – S. 118–121.

10. Patent na izobretenie № 2391610 RF, F26B9/06. Ustanovka dlya sushki pergi / D.E. Kashirin (RF). – № 2009109542/06; Zayavleno 16.03.2009; Opublikovano 10.06.2010. Byul. № 16.

11. Patent na izobretenie № 2660575 RF, F26B 9/066; F26B 5/04; F26B 25/00. Ustanovka dlya sushki pergi / Kashirin D.E., Gobelev S.N., Byshov D.N., Morozov S.S. (RF). – № 2016136571; Zayavleno 12.09.2016; Opublikovano 06.07.2018. Byul. № 19.



УДК 631.362.36/638.178

ВОДНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЧИСТКА ВОСКОВОГО СЫРЬЯ

БЫШОВ Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, university@rgatu.ru

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, зав. кафедрой электроснабжения, kadm76@mail.ru

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, ivan.uspensckij@yandex.ru

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, д-р техн. доцент, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, kostenko.mihail2016@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ФОМИН Сергей Денисович, д-р техн. наук, доцент, зав. Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования Волгоградского государственного аграрного университета, fsd_58@mail.ru

Воск – один из важнейших продуктов пчеловодства, имеющий богатейший органический состав, благодаря которому он находит широкий спектр применения в различных отраслях промышленности. Традиционно воск получают путем перетопки выбракованных пчелиных сотов. Основным загрязнителем старых сотов является пчелиная перга. Наличие перги в восковом сырье приводит к значительной потере воска, а также существенно ухудшает качество получаемого продукта. Предварительно заготовленные экспериментальные куски пчелиного сота (образцы), загрязненные пергой, размером 45 на 45 мм, взвешивались на весах марки Digital Scale с точностью до $\pm 0,01$ г. Образцы помещали в ванну с водой, температура которой составляла $18 \pm 1^\circ$ С и выдерживали их на протяжении времени, заданного планом опыта, после чего три образца извлекали и помещали в ванну установки УЗО1. Посредством пульта управления задавали продолжительность воздействия ультразвука согласно плану. По истечении времени воздействия на продукт очищаемые образцы навески извлекали, промывали под струей воды и подвергали сушке. Еще в 19 веке предложен обратный метод переработки воскового сырья, заключающийся в отделении от воскового сырья невосковой части. Для отделения воска от невосковой части предложено измельченную сушь сотов помещать в холодную воду [1, 2]. Частицы воска, имеющие меньшую плотность, располагаются на поверхности, а намокшие невосковые части опустятся на дно. Анализ проведенных исследований позволил установить, что существует возможность эффективной водной очистки воскового сырья путем сочетания операций замачивания и ультразвуковой обработки в воде.

Ключевые слова: пчелиные соты, перга, воск, очистка, время, ультразвук.

Введение

В настоящее время переработка воскового сырья базируется на нагревании, стекании и отжиме. Над созданием устройств для получения воска работали такие ученые, как К.В. Богомолов, Н.В. Бышов, Л. В. Давыдов, Д.Е. Каширин, Ю.Н. Кирьянов, В.Ф. Некрашевич, А. Ритше, А.А. Рогов, А. Рут, В.А. Темнов. Воскотопки могут иметь различные конструкции и принципы работы. По способу нагрева воскового сырья воскотопки делятся на солнечные, водяные, паровые, которые являются наиболее производительными для пасечного получения воска [1, 2]. Большую известность в свое время получили паровые воскопрессы А. Ритше [1, 2] и воскопрессы Гершайзера, нагреваемые водой [1, 2]. В середине 20 века использовали рычажные, клиновые, рычажные с винтом воскопрессы без нагрева воскового сырья – холодные [1, 2]. Значительный вклад в переработку воскового сырья внесен американским ученым А. Рутом

[1, 2]. Им созданы воскопрессы, способные обеспечить большой выход воска из воскового сырья. Несмотря на это, А. Рут отмечал, что ни один метод переработки воскового сырья не обеспечивает получения всего воска. Известный специалист Л.В. Давыдов также отмечал, что лучшие условия отжима воскового сырья создаются при определенной температуре, способствующей нахождению воска в горячем подвижном состоянии [1, 2]. Исследования А.Ф. Губина показывают, что мерва после «холодного» прессования содержит от 20 до 40% воска, а после «горячего» прессования – от 13 до 25% [1, 2].

В практическом пчеловодстве в условиях небольшой пасеки процесс получения воска сводится к следующим операциям [3, 4]:

– наващивание деревянных соторамок и установка их в корпуса ульев;

– сортировка старых соторамок и частичная их выбраковка;



– отделение суши сотов от деревянных рамок и ее накопление;

– очистка внутренних поверхностей корпусов ульев от восковых наростов и накопление воска;

– термическая перетопка воскового сырья с целью получения воска;

– сбор и накопление отходов, остающихся в результате перетопки суши сотов (мервы);

– извлечение остатков воска из мервы путем прессования или экстрагирования как в условиях пасеки, так и на специализированных предприятиях.

Пчеловоды увеличивают количество заготавливаемого воскового сырья путем постоянного побуждения пчелиной семьи к активному строительству сотов. Поэтому пчеловод периодически подставляет в ульи свежие навощенные соторамок. Но постройка новых соторамок несколько снижает медовую продуктивность семьи, поэтому пчеловоды находят компромиссные решения. В частности, для увеличения восковой производительности пчелиной семьи во время главного медосбора при каждой откочке магазинные соты подрезают снизу (на 1/3) в половине соторамок для восстановления сотов пчелами до их первоначального состояния. Получение качественного меда и воска достигается очисткой брусков магазинных рамок от налелепившихся на соты частичек воска, прополиса, мертвых пчел при откочке меда.

Основным показателем качества воскового сырья является восковитость, то есть количество воска, содержащегося в сырье, выраженное в процентах.

Восковитость зависит от последовательности сбора, способа сортировки и способов хранения воскового сырья. Нужно иметь в виду, что отдельные участки поверхности сотов неоднородны и неравноценны как по содержанию воска, так и по количеству содержащихся загрязнений. Известно, что средняя часть сота загрязнена органическими оболочками коконов существенно сильнее, чем его периферийные части, что объясняется высокой концентрацией расплода именно в середине сота. Довольно точно восковитость соторамок можно определить по цвету, так как чистый воск имеет желтый цвет, а цвет загрязнений варьирует от светло-коричневого до черного. Поэтому, отбирая старые, подлежащие выбраковке соты и вырезая их из рамок, необходимо проводить сортировку. Не следует пласты отделенной суши сваливать в одну общую емкость. Целесообразно каждый пласт предварительно раскроить на однородные по цвету части. Эта сортировка воскового сырья важна для получения качественного воска.

Как восковое сырье сушь делится на три сорта. Основными внешними признаками, по которым она относится к тому или другому сорту, служит цвет, а также степень прозрачности сотов на свет. Сушь может быть от светло-желтого до темно-коричневого цвета, так как по мере продолжительности использования сотов загрязнения накапливаются все больше и больше. При определении сорта суши применяют комплексный подход; помимо этого, обращается внимание на имеющиеся

в ней примеси, влажность, поражение плесенью.

В практическом пчеловодстве наиболее распространены следующие способы извлечения воска из сырья:

– отделение жидкого воска из разогретого воскового сырья;

– извлечение воска из разогретого воскового сырья под действием давления (прессования);

– выделение некондиционного воска из отходов, остающихся в результате перетопки суши сотов путем экстрагирования или повторного прессования при большом давлении.

Воскотопки разделяют по способу подвода тепла на три группы: солнечные, паровые, водяные. Пасечная переработка воскового сырья, как правило, позволяет получить два так называемых продукта: мерву – загрязнение, пропитанные воском, и чистый воск. Пасечная мерва, поступающая на воскоперерабатывающие заводы, подвергается обработке мощными прессами, при помощи которых дополнительно отделяется связанный с загрязнениями пчелиный воск; отходы после такой обработки называют заводской мервой. Отделение остатков воска от заводской мервы возможно только путем экстрагирования в специальных экстракционных установках. Экстрагирование осуществляется путем растворения воска в органических растворителях. Таким образом, дополнительно получается воск, который по способу выработки называется экстракционным, использование его возможно только для промышленных целей.

Основным фактором, определяющим качество получаемого воска, является первоначальное качество сырья, значительную роль играет также способ его переработки. Опытный пчеловод определяет сорт воска по его цвету. Воск высшего качества имеет цвет от белого до желтого, а воск низшего качества имеет цвет серый или коричневый.

Никакие примеси в воске не допускаются.

Наиболее распространенные дефекты воска могут быть устранены следующим образом. Воск загрязненный растапливают и отстаивают. Эмульсию подвергают длительному отстою в расплавленном состоянии. При этом она фракционируется, и воск приобретает нормальную структуру. Тяжелые загрязнения, образующие корку снизу восковой отливки соскабливают до слоя чистого воска. Этот способ, несмотря на некоторую технологическую простоту, имеет существенные недостатки. Получаемый воск сильно загрязняется ульевым сором.

Известно – чем ниже сортность сырья, тем хуже качество получаемого продукта, а следовательно, меньше возможности для его применения. Экстракционный воск применим только в непищевых отраслях промышленности. Загрязнения насыщаются воском настолько, что выход воска при традиционной переработке сырья сильно снижается.

Предварительно проведенные исследования показывают, что перга – продукт с выраженными гигроскопическими свойствами, более того, при выдерживании в воде перга распадается до отдельных пылевых зерен. Продолжительность

процесса естественного растворения перги составляет десятки часов, что затрудняет механизацию процесса очистки воскового сырья. Сложившееся в настоящее время на рынке положение свидетельствует о нехватке качественного воска. Наиболее производительным способом увеличения выхода воска является очистка воскового сырья перед перетопкой.

Цель исследования заключается в определении рациональных параметров и режимов процесса очистки суши сотов от перги в воде под действием ультразвука.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования использовали ультразвуковой стерилизатор марки УЗО01-НЕДЕЛ с рабочей частотой $(22^{+1.7}_{-1.6})$ кГц, и акустической мощностью излучателя от 75 Вт до 110 Вт. Установка представляет собой рабочую ванну объемом 10 л, закрываемую крышкой, снабженной ультразвуковым излучателем (рис. 1). Имеется также блок управления, позволяющий задавать продолжительность ультразвукового воздействия с точностью до $\pm 0,1$ сек.

Предварительно проведенные исследования позволили определить наиболее значимые факто-

ры, влияющие на процесс ультразвуковой водной очистки воскового сырья, и пределы их варьирования [10, 11]. Исследуемыми факторами являлись:

t_1 – продолжительность предварительного выдерживания сотов в воде, (мин);
 t_2 – продолжительность ультразвукового воздействия на соты в водяной ванне, (мин).

В качестве критерия оптимизации был принят процент удаленных загрязнений Δm , рассчитываемый по формуле [12, 13]:

$$\Delta m = \frac{m_n - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (1)$$

где: m_k – конечная сухая масса после обработки (г);

m_n – начальная сухая масса перед началом обработки (г).

Поскольку ультразвук способствует диспергированию и растворению органических соединений в водной среде, было решено исследовать совместное воздействие управляемых факторов. Принимая во внимание структуру проводимого исследования, опыты проводили по плану экспериментов Бокса-Бенкина второго порядка. Матрица планирования эксперимента приведена в таблице

Таблица – Исследуемые факторы и пределы их варьирования

Исследуемые факторы	Величина фактора		
	-1	0	+1
t_1 – продолжительность предварительного выдерживания сотов в воде, (мин);	30	14,70	29,10
t_2 – продолжительность ультразвукового воздействия на соты в водяной ванне, (мин).	2	20	38

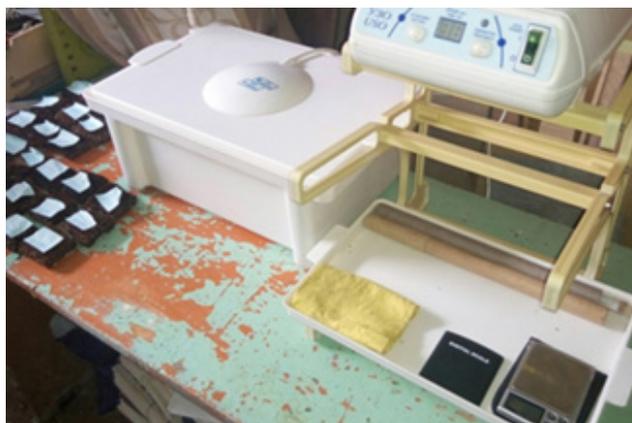


Рис. 1 – Ультразвуковой стерилизатор УЗО01-НЕДЕЛ и исследуемые навески сотов

Исследование проводили следующим образом. Предварительно заготовленные экспериментальные куски пчелиного сота, загрязненные пергой, размером 45 на 45 мм, взвешивали на весах марки Digital Scale с точностью до ± 0.01 г. Образцы помещали в ванну с водой, температурой которой составляла $18 \pm 1^\circ \text{C}$ и выдерживали их на протяжении времени, заданного планом опыта, после чего три образца извлекали и помещались в

ванну установки УЗО1. Посредством пульта управления задавали продолжительность воздействия ультразвука согласно плану. По истечении воздействия на продукт очищаемые навески извлекали, промывали под струей воды и подвергали сушке с целью доведения влажности оставшейся неизменной в ячейках кусков сотов перги до величины, которая была перед началом исследования. После просушивания навески повторно взвешивали, полученные результаты фиксировали. Опыт проводили с трехкратной повторностью в каждой точке плана опыта. Достоверность опытных данных оценивали с помощью критерия Фишера.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате статистической обработки было получено уравнение регрессии:

$$P(t_1, t_2) = 15.6 - 0.042 \cdot t_1 - 0.003 \cdot t_2 + 0.00046 \cdot t_1 \cdot t_2 - 0.0035 \cdot t_1^2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot t_2^2 \quad (2)$$

Все исследуемые факторы оказались значимыми, а исследуемый процесс эффективным. Полученное уравнение представлено графически на рисунке 2.

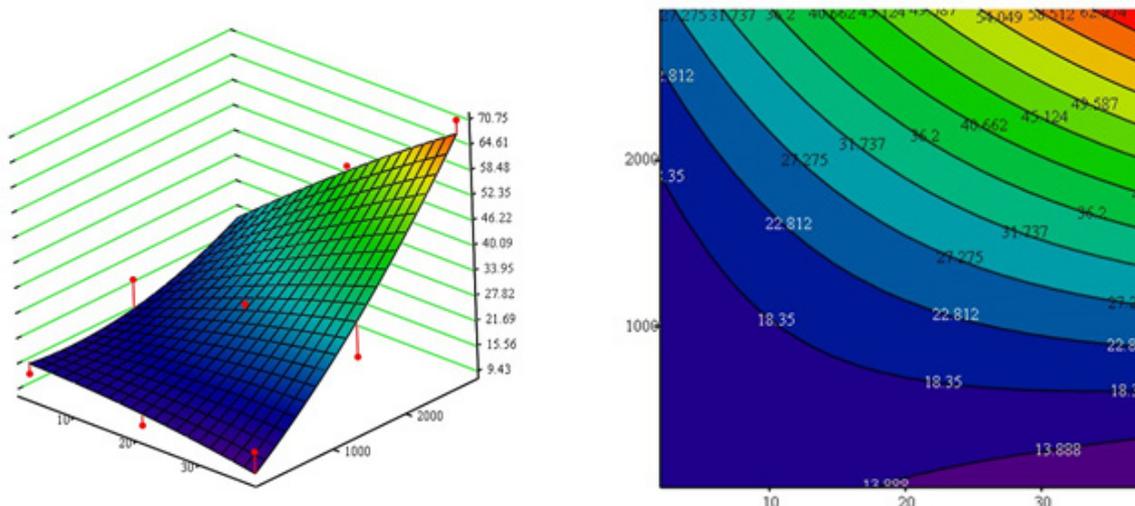


Рис. 2 – Зависимость процента извлеченных загрязнений от исследуемых факторов t_1 и t_2

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что рациональный режим очистки суши сотов достигается при обработке вблизи верхней границы факторного пространства по обоим факторам. Результаты показывают, что оба фактора имеют практически равнозначное влияние на критерий оптимизации: изменение массы по времени воздействия ультразвуком стабилизируется после 30 минут воздействия; в свою очередь, изменение массы по времени замачивания растет практически линейно, и область стабилизации прослеживается только при малом времени воздействия ультразвуком. Максимальная величина критерия оптимизации $\Delta_m = 31,39\%$ получается при следующем сочетании факторов: $t_1 = 38$ мин, $t_2 = 2910$ мин. Следует отметить, что горячий способ переработки воскового сырья наряду с преимуществами имеет ряд недостатков: при вытопке воска в нем остаются включения пыльцы, перги, остатки коконов, экскременты выводящихся личинок и другие частицы. Также в воске могут содержаться следы антибиотиков, пестицидов, других нежелательных примесей.

Еще в 19 веке предложен обратный метод переработки воскового сырья, заключающийся в отделении от воскового сырья невосковой части. Для отделения воска от невосковой части М. Д. Оржевский предлагал измельченную сушь сотов помещать в холодную воду [1, 2]. Частицы воска, имеющие меньшую плотность, располагаются на поверхности, а намокшие невосковые части опускаются на дно. Однако способ М. Д. Оржевского не нашел применения из-за длительного времени набухания перговых частиц, а также нахождения воска, заключенного в капиллярах невосковой части – отходах жизнедеятельности пчел [1, 2]. Поэтому разделение воскового сырья на фракции требует значительных затрат времени и подведения высоких мощностей энергии в ограниченном объеме. Для решения обозначенной выше задачи были проведены исследования возможности очистки выбракованных пчелиных сотов от перги в водной среде [3, 4]. Интенсивное воздействие

на восковые частицы ультразвуком в водной среде совместно с замачиванием повышает эффективность очистки воска от вредных примесей и способствует получению качественного продукта. Наиболее рациональным путем увеличения выхода качественного воска является очистка воскового сырья перед перетопкой.

Заключение

Анализ проведенных исследований позволил установить, что существует возможность водной очистки воскового сырья путем сочетания операций замачивания и ультразвуковой обработки в воде. Результаты исследований показывают, что оба фактора имеют практически равнозначное влияние на критерий оптимизации – изменение массы суши. Максимальная величина критерия оптимизации $\Delta_m = 67,44\%$ получается при следующем сочетании факторов: $t_1 = 38$ мин, $t_2 = 2910$ мин.

Таким образом, можно заключить, что ультразвуковая очистка воскового сырья в водной среде – высокоэффективное средство повышения качества получаемого воска и увеличения уровня его извлечения.

Список литературы

1. Каширин Д.Е. Технология и устройство для измельчения перговых сотов / Д.Е. Каширин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рязань. – 2001.
2. Каширин Д.Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д.Е. Каширин // автореферат дис. доктора технических наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". Рязань. – 2013.
3. Бышов Н.В. Исследование гигроскопических свойств перги / Н.В. Бышов, Д.Е. Каширин, М.Н. Харитоновна // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2013. - № 2. - С. 122-124.
4. Пат. № 2662169 РФ. Способ очистки пчелиных сотов от загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, А.В. Протасов – Заявл. 07.03.2017; опубл. 24.07.2018, бюл. № 21. – 3с.

**AQUEOUS ULTRASONIC CLEANING WAX RAW MATERIALS**

Byshow Dmitry N., Cand. Techn. associate Professor of the Department of operation of machine and tractor Park, university@rgatu.ru

Kashirin Dmitrii E., doctor of engineering. associate Professor of power supply Department, kadm76@mail.ru

Uspenskiy Ivan A., Doctor of Technical Sciences, Professor, the Head of the Department of Technical Operation of Transport, ivan.uspenskiy@yandex.ru

Kostenko, Mikhail Yu., doctor of engineering. associate Professor, Professor of the Department of metal technology and machine repair, kostenko.mihail2016@yandex.ru

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Fomin Sergey D., Doctor of Technical Science, Associate Professor, Head of the Center for Scientometric Analysis and International Indexing Systems of Volgograd State Agrarian University.

Wax is one of the most important products of beekeeping, which has a rich organic composition due to which it finds a wide range of applications in various industries. Traditionally, wax is produced by perekopki culled bee combs. The main pollutant of old combs is bee pollen. The presence of Perga in the wax raw material leads to a significant loss of wax, as well as significantly degrades the quality of the product. Pre-prepared experimental pieces of bee honeycomb (samples) contaminated with bee-bread, 45 by 45 mm in size, were weighed on the scales of the digital Scale brand with an accuracy of ± 0.01 g. The samples were placed in a bath with water at a temperature of 18 ± 1 °C and kept them for a time specified by the plan of the experiment, after which three samples were removed and placed in the bath of the RCD PLANT1. By means of the control panel the duration of ultrasound exposure was set according to the plan. After exposure to the product, the samples to be cleaned were removed, washed under running water and dried. Back in the 19th century, the reverse method of processing of wax raw materials was proposed, which consisted in separating the non-wax part from the wax raw material. To separate the wax from the non-wax, it is proposed to place the crushed sushi in cold water [1, 2]. Wax particles with a lower density are located on the surface, and wet non-wax parts fall to the bottom. The analysis of the conducted researches allowed to establish that there is a possibility of effective water purification of wax raw materials by a combination of operations of soaking and ultrasonic processing in water.

Key words: bee cells, Perga, wax, cleaning, time, ultrasound.

Literatura

1. Kashirin D.E. *Tekhnologiya i ustrojstvo dlya izmel'cheniya pergovyh sotov* / D.E. Kashirin // *Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskix nauk / Ryazan'*. – 2001.

2. Kashirin D.E. *EHnergosberegayushchie tekhnologii izvlecheniya pergi iz sotov specializirovannymi sredstvami mekhanizacii* / D.E. Kashirin // *avtoreferat dis. doktora tekhnicheskix nauk : 05.20.01 / U VPO "MGU im. N.P. Ogareva". Ryazan'*. – 2013.

3. Byshov N.V. *Issledovanie gigroskopicheskix svojstv pergi* / N.V. Byshov, D.E. Kashirin, M.N. Haritonova // *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - 2013. - № 2. - S. 122-124.

4. Pat. № 2662169 RF. *Sposob ochildki pchelinyh sotov ot zagryaznenij* / D. N. Byshov, D. E. Kashirin, A.V. Protasov – *Zayavl. 07.03.2017; opubl. 24.07.2018, byul. № 21*. – 3s.



УДК 631.171

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА-СМЕСИТЕЛЯ

ВЕДИЩЕВ Сергей Михайлович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Агроинженерия», serg666_65@mail.ru

ПРОХОРОВ Алексей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Агроинженерия», rav1981@bk.ru

Тамбовский государственный технический университет

ЗАВРАЖНОВ Анатолий Иванович, д-р техн. наук, академик РАН, профессор кафедры «Агроинженерия» Тамбовского государственного технического университета, гл. научн. сотрудник Мичу-



ринского государственного аграрного университета, zavrazhnov@tmgau.ru

ХОЛЬШЕВ Николай Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис», xhb@live.ru

КАЖИЯХМЕТОВА Аинур Ароновна, аспирант, aiioka@mail.ru

Тамбовский государственный технический университет

Свиноводство позволяет в короткие сроки получать большое количество мяса. Для реализации высокого потенциала роста свиней необходимо обеспечить соответствие потребляемой энергии, отдельных питательных и биологически активных веществ в определенных количествах и соотношениях. Технология, обеспечивающая наименьшую энергоёмкость конечных видов продукции, является наиболее перспективной. Целью исследования является выявление рациональных параметров дозатора-смесителя сухих рассыпных кормосмесей, обеспечивающих минимальные удельные энергозатраты. Широкое распространение для смешивания и раздачи кормов нашли шнековые рабочие органы, позволяющие выдавать различные по составу и консистенции корма. У шнекового дозатора-смесителя загрузочная и выгрузная части транспортирующего шнека соединены каналом обратного хода, в котором установлен возвратный шнек. Суммарная мощность на привод дозатора-смесителя складывается из затрат мощности на привод транспортирующего и возвратного шнеков. Теоретические исследования позволили определить влияние параметров шнекового дозатора-смесителя на мощность и энергозатраты. Получены аналитические выражения для определения энергозатрат на преодоление подъёма или спуска корма в желобе, на преодоление сопротивления трения о желоб транспортирующего шнека, сопротивления трения о винт, трения в упорных подшипниках, сопротивления внутреннего трения в транспортируемом корме. При проведении исследований дозатора-смесителя в режиме дозирования были определены управляющие факторы, уровни их варьирования. Полученные экспериментальные зависимости показали хорошую сходимость с теоретическими. Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что рациональные параметры дозатора-смесителя с активным каналом обратного хода по критерию удельных затрат энергии на дозирование зависят от частоты вращения рабочих органов и положения регулирующей заслонки.

Ключевые слова: дозатор-смеситель, критерий, мощность, факторы, шнек, энергозатраты.

Введение

Одной из основных целей развития сельского хозяйства является повышение обеспечения населения страны качественными продуктами питания; достижение этой цели во многом зависит от эффективности работы сельскохозяйственных товаропроизводителей – от личного подворья до крупных сельскохозяйственных холдингов [1, 2, 3].

Один из путей повышения эффективности производства высококачественной продукции на малых и средних фермах – техническое и технологическое перевооружение и реконструкция на основе новейших достижений технического прогресса, создание систем машин и поточных линий, совершенствование технологий выполнения производственных процессов [1, 2, 3].

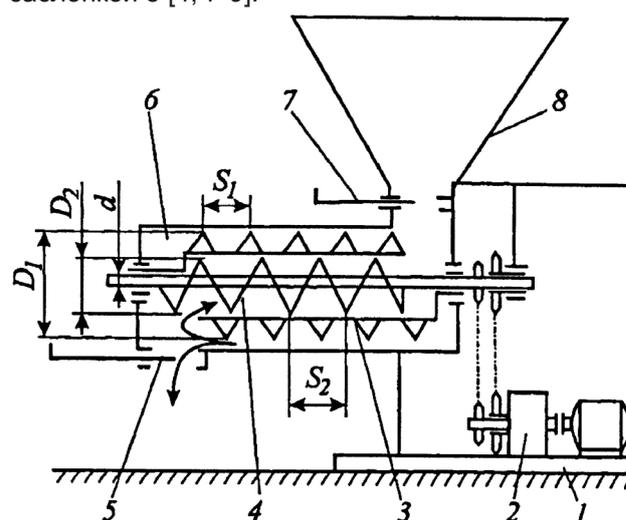
Технология, обеспечивающая наименьшую энергоёмкость конечных видов продукции, является наиболее перспективной. В России энергоёмкость вдвое выше, чем в странах Европы и США, что связано в первую очередь с устаревшими технологиями, техникой и оборудованием, а также климатическими условиями.

Аналитическое описание работы дозатора-смесителя сухих рассыпных кормосмесей

Широкое распространение для смешивания и дозирования кормов нашли шнековые устройства. Это связано с надёжностью, простотой конструкции, а также универсальностью данного вида устройств. Шнековые устройства хорошо работают при дозировании и смешивании сыпучих кормовых смесей. Они надёжны в работе, могут работать в дискретном и непрерывном режимах, в горизонтальном и наклонном положениях, об-

ладают высокой регулировочной возможностью [3-7].

У шнекового дозатора-смесителя загрузочная и выгрузная части транспортирующего шнека 3 (рис. 1) соединены каналом обратного хода, в котором установлен возвратный шнек 4. Выгрузное отверстие транспортирующего шнека перекрыто заслонкой 5 [4, 7-9].



1 – рама привода; 2 – привод шнеков;
3 – транспортирующий шнек; 4 – канал обратного хода с возвратным шнеком; 5 – регулирующая заслонка;
6 – кожух шнека; 7 – отсекающая заслонка;
8 – бункер

Рис. 1 – Схема шнекового дозатора-смесителя

При работе дозатора-смесителя корм из бун-



кера 8 поступает на загрузочную часть шнека 3 через открытую отсекающую заслонку 7 и далее транспортируется к зоне выгрузки транспортирующим шнеком 3. В режиме дозирования часть корма, определяемая положением регулирующей заслонкой 5 дозатора, выдается в кормушку, а излишки захватываются возвратным шнеком и транспортируются в зону загрузочного окна. В режиме смешивания заслонка 5 закрыта. При такой схеме обеспечивается принудительное циркулирование корма при постоянно работающих шнеках, равномерно заполняется межвитковое пространство транспортирующего шнека, исключается подпрессовка, увеличивается точность дозирования или качество смешивания [2, 5, 7].

Суммарная мощность на привод дозатора-смесителя складывается из затрат мощности на привод транспортирующего и возвратного шнеков [2, 7]:

$$P = \Sigma P_{\partial} + \Sigma P_{\partial}^{\prime}, \quad (1)$$

где ΣP_{∂} – мощность на привод транспортирующего шнека, Вт;

$\Sigma P_{\partial}^{\prime}$ – мощность на привод возвратного шнека, Вт. Мощность на привод транспортирующего шнека [3, 10]:

$$\Sigma P_{\partial} = P_{1g} + P_{2g} + P_{3g} + P_{5g} + P_{6g}, \quad (2)$$

где P_{1g} , P_{2g} , P_{3g} , P_{5g} , P_{6g} – мощности: на преодоление подъема или спуска корма в желобе, на преодоление сопротивления трения о желоб транспортирующего шнека, на преодоление сопротивления трения о винт, на преодоление трения в упорных подшипниках, на преодоление сопротивления внутреннего трения в транспортируемом корме, соответственно, Вт.

Мощность на преодоление подъема или спуска корма [3, 10]:

$$P_{1g} = W_{1g} \cdot V_{mpg}, \quad (3)$$

где W_{1g} – сопротивление спуску (подъёму) корма, Н;

V_{mpg} – осевая скорость перемещения корма по желобу дозирующего шнека, м/с.

После преобразования получим:

$$P_{1g} = \pm \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2) \cdot S_1 \cdot n_1 \cdot \rho \cdot \varphi_{зан} \cdot g \cdot L_{\partial} \cdot \sin \beta}{4}, \quad (4)$$

где D_2 , D_1 – диаметр винта и вала транспортирующего шнека, соответственно, м;

S_1 – шаг винта, м;

n_1 – частота вращения вала, с⁻¹;

ρ – насыпная плотность корма, кг/м³;

$\varphi_{зан}$ – коэффициент заполнения шнека кормом;

β – угол наклона шнека к горизонту, град;

L_{∂} – длина дозатора, м.

Мощность на преодоление сопротивления трения корма о желоб транспортирующего шнека [3, 10]:

$$P_{2g} = W_{2g} \cdot V_{mpg}, \quad (5)$$

где W_{2g} – сопротивление трения корма о желоб в транспортирующем шнеке, Н.

Сопротивление трения корма о желоб в транспортирующем шнеке [3, 10]:

$$W_{2g} = q_p \cdot L_{\partial} \cdot f_{cm} \cdot \cos \beta, \quad (6)$$

где q_p – полный удельный вес корма в желобе шнека, кг/м;

f_{ct} – коэффициент трения корма о желоб.

Или после преобразования:

$$P_{2g} = \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2) \cdot S_1 \cdot n_1 \cdot \rho \cdot \varphi_{зан} \cdot g \cdot L_{\partial} \cdot f_{cm} \cdot \cos \beta}{4}. \quad (7)$$

Мощность на преодоление сопротивления трения корма о винт транспортирующего шнека [3, 10]:

$$P_{3g} = W_{3g} \cdot V_{окр}, \quad (8)$$

где W_{3g} – сопротивление трения корма о винт транспортирующего шнека, Н;

$V_{окр}$ – окружающая скорость перемещения спирали винта транспортирующего шнека относительно корма, м/с.

После преобразования получим:

$$P_{3g} = \frac{\pi^3 D_2 L_g g (D_2^2 - D_1^2) \cdot \rho \cdot \varphi_{зан} K_0 n_1 (D_2 + D_1)}{16 \cdot S_1} \cdot (f_{cm} \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (9)$$

где K_0 – коэффициент, $K_0 = 0,7-0,9$.

Мощность на преодоление сопротивления трения в упорных подшипниках [3, 10]:

$$P_{5g} = W_{5g} \cdot V_n, \quad (10)$$

где W_{5g} – сопротивление трения в упорных подшипниках, Н;

V_n – окружная скорость в подшипнике, м/с.

После преобразования

$$P_{5g} = \frac{\pi^2 (D_2^2 - D_1^2) \cdot \rho \cdot g \cdot \varphi_{зан} \cdot L_g \cdot D_2 \cdot f_{ng} \cdot d_n \cdot n_1}{4 \cdot S_1} \cdot (f_{cm} \cdot \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (11)$$

где f_n – коэффициент трения в подшипнике;

d_n – диаметр подшипника, м.

Мощность на преодоление сопротивления внутреннего трения в транспортируемом корме [3, 10]:

$$P_{6g} = W_{6g} \cdot V_{окр}, \quad (12)$$

$$P_{6g} = \frac{\pi^3 (D_2^2 - D_1^2) \cdot L_g \cdot D_2 \cdot \rho \cdot g \cdot \varphi_{зан} \cdot (1 - R_2) \cdot K_0 \cdot n_1 (D_2 + D_1) \cdot f_2}{16 \cdot S_1}. \quad (13)$$

где R_2 – коэффициент скорости подачи, $R_2 = 0,6-0,7$ [3, 10];

f_2 – коэффициент внутреннего трения.

Затраты мощности на привод возвратного шнека рассчитываются аналогично, как для транспортирующего шнека с учетом коэффициента заполнения межвиткового пространства возвратного шнека φ_{bi} .

Удельные затраты мощности на процесс дози-



рования определяются выражением [3]:

$$P_{y\partial} = \frac{P}{Q}, \quad (14)$$

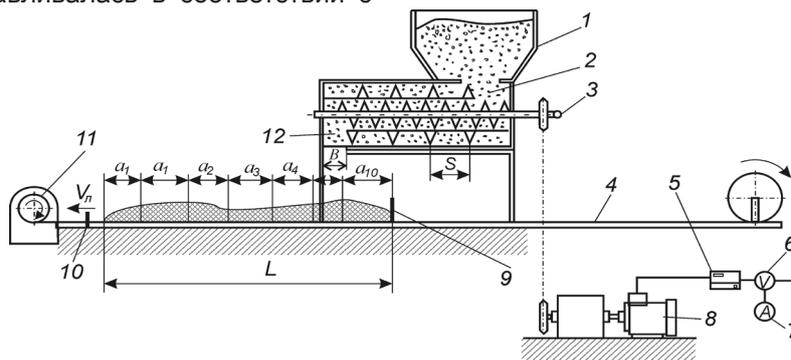
где Q – производительность дозатора-смесителя, кг/с.

Разработка экспериментальной установки для исследования энергозатрат дозатора-смесителя

Определение показателей дозатора-смесителя в режиме дозирования производилось при следующих условиях (табл.): уровень корма в бункере поддерживался на высоте 0,5 м; величина открытия заслонки устанавливалась в соответствии с

условиями эксперимента; частота вращения задавалась при помощи частотного преобразователя E2-8300 в пределах от 1,03 до 3,90 с⁻¹, сила тока и напряжение контролировались по показаниям вольтметра и амперметра. Исследования проводились на сухой рассыпной кормосмеси: объемная масса – 496 кг/м³; влажность – 12,1%; размер характерных частиц – 1,51 мм, коэффициент внутреннего и внешнего трения – 0,56 и 0,43 соответственно.

Схема и общий вид экспериментальной установки представлены на рисунках 2, 3.



1 – бункер; 2 – загрузочный участок шнека; 3 – тахометр; 4 – ленточный транспортер; 5 – частотный преобразователь; 6 – вольтметр; 7 – амперметр; 8 - привод шнекового дозатора; 9 – контрольная точка; 10 – автоматический выключатель; 11 – привод ленточного транспортера; 12 – выгрузной участок шнека

Рис. 2 – Сема экспериментальной установки шнекового дозатора-смесителя

Зависимости изменения суммарных затрат мощности от положения регулирующей заслонки (рис. 4) имеют нелинейный характер [5, 6, 9, 11].



а) общий вид дозатора; б) вид загрузочного окна

Рис. 3 – Общий вид экспериментальной установки шнекового дозатора-смесителя

Таблица – Факторы, уровни их варьирования, критерии оценки шнекового дозатора-смесителя

Лабораторная установка	Конструктивно-кинематические параметры	Уровни варьирования факторов	Критерии оценки
Шнековый дозатор-смеситель	Величина открытия дозирующей заслонки А, м	0,006; 0,010; 0,014; 0,020; 0,050	Зависимости: производительность Q, кг/с; мощность P, Вт; удельные энергозатраты P _{уд} , (Вт·с/кг).
	Частота вращения n, с ⁻¹ .	1,05; 1,87; 2,20; 2,93; 3,90	

Обработка результатов измерения суммарных энергозатрат в зависимости от положения регулирующей заслонки

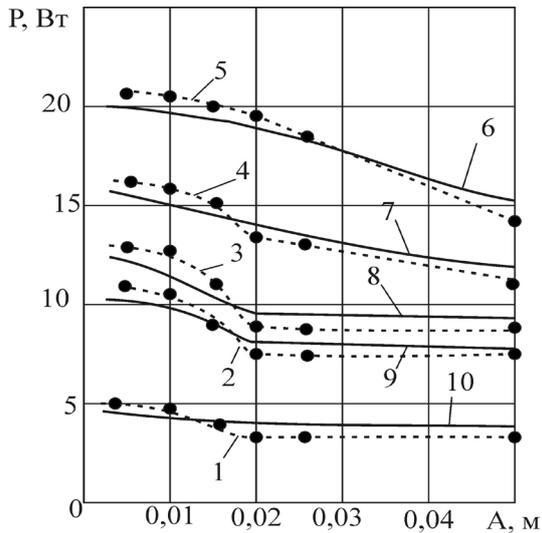
Экспериментальные зависимости отличаются

от теоретических в пределах 4-14%, так как в расчетах коэффициент заполнения принимался равным 1 [10].

Анализ зависимости изменения удельных

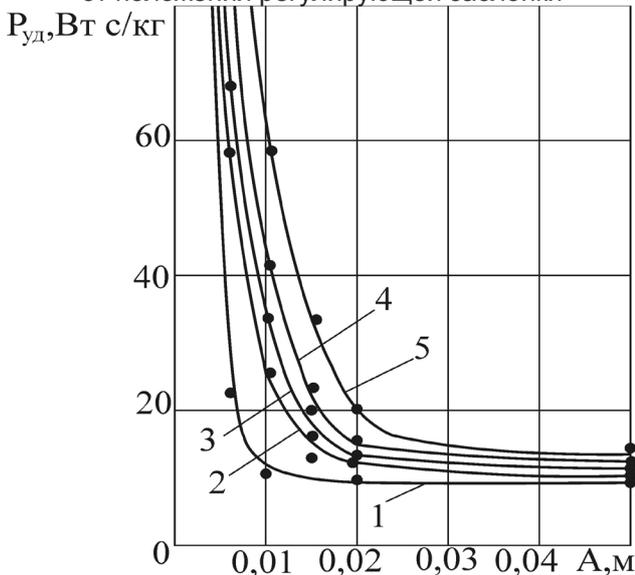


энергозатрат от положения регулирующей заслонки (рис. 5) показывает, что они имеют нелинейный характер [3, 5]. При открытии регулирующей заслонки менее чем на 0,014 м наблюдается резкий рост удельных энергозатрат из-за того, что при таких положениях регулирующей заслонки подача транспортирующего шнека превышает подачу через выгрузное окно, что приводит к подпрессовке корма в зоне выгрузного окна; при этом избыточное количество корма возвращается по каналу обратного хода (внутреннему шнеку) в зону загрузки.



1-5 – экспериментальные зависимости;
6-10 – теоретические зависимости
(1, 10: $n=1,05 \text{ с}^{-1}$; 2, 9: $n=1,87 \text{ с}^{-1}$; 3, 8: $n=2,20 \text{ с}^{-1}$;
4, 7: $n=2,93 \text{ с}^{-1}$; 5, 6: $n=3,90 \text{ с}^{-1}$)

Рис. 4 – Зависимости изменения затрат мощности на привод шнекового дозатора-смесителя от положения регулирующей заслонки



1, 2, 3, 4, 5 – при частоте вращения дозирующего шнека 1,05; 1,87; 2,20; 2,93; 3,9 с^{-1} соответственно

Рис. 5 – Зависимости изменения удельных энергозатрат на привод шнекового дозатора-смесителя от положения регулирующей заслонки

Из анализа графиков результатов экспериментальных исследований (рисунки 4,5) можно сделать вывод, что рациональные параметры дозато-

ра-смесителя с активным каналом обратного хода по критерию удельных затрат энергии на дозирование находятся в следующих пределах: частота вращения от 2,9 до 3,9 с^{-1} ; положение регулирующей заслонки от 0,01 до 0,02 м. При этих параметрах производительность изменяется от 0,39 до 1,10 кг/с, удельные энергозатраты составляют от 11,6 до 32,0 Вт·с/кг.

Заключение

1. Теоретическими исследованиями выявлено влияние конструктивных и режимных параметров шнекового дозатора-смесителя на энергетические показатели дозирования.

2. Для определения оптимальных конструктивно-технологических параметров дозатора-смесителя установлены управляющие факторы (положение регулирующей заслонки и частота вращения шнека), уровни их варьирования, критерии оценки – зависимости от управляющих факторов мощности и удельных энергозатрат.

3. Результаты исследования процесса дозирования шнековым дозатором-смесителем по показателю удельных энергозатрат находятся в следующих пределах: при частоте вращения 2,9-3,9 с^{-1} и положении заслонки $A=0,006-0,020 \text{ м}$ удельные энергозатраты находятся в пределах 11,6-3,2 Вт·с/кг. При частоте вращения более 3,9 с^{-1} возрастают энергозатраты из-за подпрессовки корма.

Список литературы

1. Ведищев, С.М. Технологическое обслуживание машин в агропромышленном комплексе / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, А.В. Прохоров, Ю.Е. Глазков, Е.А. Ефремова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – Часть 1. – С. 113-118.

2. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с регулированием нормы выдачи в зоне выгрузного окна / С.М. Ведищев, А.Ю. Нефедов, А.А. Кажияхметова, М.А. Мамедова, Е.А. Кочергина // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Часть 2. – С. 50-54.

3. Коба, В.Г. Машины для раздачи кормов. Теория и расчёт / В.Г. Коба. – Саратов: Изд. Саратовского СХИ, 1974. – 140 с.

4. Ведищев, С.М. Двухшнековый дозатор / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.Ю. Глазков // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник научных докладов XVII Международной научно-практической конференции 06 ноября 2013 г. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2013. - С. 113-115.

5. Ведищев, С.М. Исследование влияния вели-



чины открытия выгрузной заслонки на качественные показатели шнекового дозатора с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, А.Н. Зазуля, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина // Прогрессивные техника и технологии обеспечения эффективности АПК: сб. науч. тр. междунар. конф.; редкол.: Зазуля А.Н. и [др.]. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. - С.9-11.

6. Ведищев, С.М. Кормораздатчик для свиней со шнековыми дозаторами / С.М. Ведищев, В.Т. Щедрин, А.В. Козлов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2001. - Т.1. - №4. С. 49-50.

7. Ведищев, С.М. Управление подачей дозатора с изменяющимся шагом шнека / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2014. - №4(54). - С.81-85.

8. Ведищев, С.М. Дозатор кормов / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, С.В. Мешков, А.С. Тарасов //

Фундаментальные и прикладные исследования. инновационные технологии. профессиональное образование: Сб. трудов XI науч. конф. ТГТУ. - В 2 ч. - Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2006. - Ч.2. - С. 31-32.

9. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина, А.В. Козлов // Наука в центральной России. - 5(17). - 2015. - С. 29-33.

10. Кузьмин, А.В. Справочник по расчету механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин. - Минск: Вышш. шк., 1983. - 350 с.

11. Ведищев, С.М. Кормораздатчик со шнековым дозатором с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, Д.Н. Балахонова, М.А. Гарина, В.В. Сорокин // Прогрессивные техника и технологии обеспечения эффективности АПК: сб. науч. тр. междунар. конф.; редкол.: Зазуля А.Н. и [др.]. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. - С.20-24.

A STUDY OF ENERGY CONSUMPTION OF A SCREW BATCHER MIXER

Vedishchev Sergey M., associate Professor, candidate of technical sciences, head of the Department of «Agroengineering», Tambov State Technical University, serg666_65@mail.ru

Prokhorov Alexey V., associate Professor, Department of «Agroengineering», candidate of technical sciences, Tambov State Technical University, pav1981@bk.ru

Zavrazhnov Anatoly I., Professor, Department of «Agroengineering», doctor of technical sciences, Tambov State Technical University, chief researcher, Michurinsk state agrarian University, zavrazhnov@mgau.ru

Golyshev Nikolai V., associate Professor Department of «Operation of road transport and auto repair», Tambov State Technical University, xhb@live.ru

Kazhiakhmetova Ainur A., graduate student, Tambov State Technical University, aiioka@mail.ru

Pig farming allows you to get a large amount of meat in a short time. In order to realize the high growth potential of pigs, it is necessary to ensure compliance of energy consumption, individual nutrients and biologically active substances in certain quantities and ratios. The technology that provides the lowest energy intensity of final products is the most promising. The aim of the study is to identify the rational parameters of the dispenser-mixer dry bulk feed mixtures with minimal specific energy consumption. Widespread for mixing and distribution of feed found screw working bodies, allowing to issue different composition and consistency of feed. At the screw metering mixer, the loading and unloading parts of the transporting screw are connected by a return channel in which the return screw is installed. The total power for the drive of the metering mixer consists of the power costs for the drive of the transporting and return augers. Theoretical studies have allowed to determine the influence of the parameters of the screw metering mixer on the power and energy consumption. The analytical expressions for the energy consumption to overcome the ascent or descent of the feed in the trough, to overcome resistance on the chute of the conveying screw, the frictional resistance on the screw, the friction in the thrust bearings, the resistance of internal friction of the transported in the rear. During the studies of the mixer-dispenser in the dosing mode, the factors, the levels of their variation were determined. The obtained experimental dependences showed good convergence with the theoretical ones. The analysis of the results of experimental studies allows us to conclude that the rational parameters of the metering mixer with an active return channel according to the criterion of specific energy consumption for dosing depend on the speed of the working bodies and the position of the control valve.

Key words: criterion, power, factors, screw, energy consumption.

Literatura

1. Vedishchev, S.M. Tekhnologicheskoye obsluzhivaniye mashin v agropromyshlennom komplekse / S.M. Vedishchev, V.P. Kapustin, A.V. Prokhorov, Yu.E. Glazkov, E.A. Efremova // Sovershenstvovaniye sistemy podgotovki i dopolnitelnogo professionalnogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa: Materialy natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 22 noyabrya 2018 goda. – Ryazan: Izdatelstvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta, 2019. – Chast 1. – S. 113 -118.

2. Vedishchev, S.M. Shnekovyy dozator s regulirovaniyem normy vydachi v zone vygruznogo okna / S.M. Vedishchev, A.Yu. Nefedov, A.A. Kazhiyakhmetova, M.A. Mamedova, E.A. Kochergina // Sovershenstvovaniye sistemy podgotovki i dopolnitelnogo professionalnogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa: Materialy natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 14 dekabrya 2017 goda. – Ryazan: Izdatelstvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta, 2017. – Chast 2. – S. 50 -54.



3. Koba, V.G. *Mashiny dlya razdachi kormov. Teoriya i raschet* / V.G. Koba. - Saratov: Izd. Saratovskogo SKhI, 1974. – 140 s.
4. Vedishchev, S.M. *Dvukhshnekovyy dozator* / S.M. Vedishchev, A.V. Prokhorov, A.Yu. Glazkov // *Povysheniye effektivnosti ispolzovaniya resursov pri proizvodstve selskokhozyaystvennoy produktsii - novyye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya dlya rasteniyevodstva i zhivotnovodstva: Sbornik nauchnykh dokladov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 06 noyabrya 2013 g.* - Tambov: Izd-vo Pershina R.V., 2013. - S. 113-115.
5. Vedishchev, S.M. *Issledovaniye vliyaniya velichiny otkrytiya vygruznoy zaslonki na kachestvennyye pokazateli shnekovogo dozatora s kanalom obratnogo khoda* / S.M. Vedishchev, A.N. Zazulya, D.N. Balakhonova, V.V. Sorokin, M.A. Garina // *Progressivnyye tekhnika i tekhnologii obespecheniya effektivnosti APK: sb. nauch. tr. mezhdunar. konf.; redkol.: Zazulya A.N. i [dr.]*. - Tambov: Izd-vo Pershina R.V., 2015. - S.9-11.
6. Vedishchev, S.M. *Kormorazdatchik dlya sviney so shnekovymi dozatorami* / S.M. Vedishchev, V.T. Shchedrin, A.V. Kozlov // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - 2001. - T.1. - №4. S. 49-50.
7. Vedishchev, S.M. *Upravleniye podachey dozatora s izmenyayushchimsya shagom shneka* / S.M. Vedishchev, A.V. Prokhorov // *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*. - 2014. - №4(54). - S.81-85.
8. Vedishchev, S.M. *Dozator kormov* / S.M. Vedishchev, A.V. Prokhorov, S.V. Meshkov, A.S. Tarasov // *Fundamentalnyye i prikladnyye issledovaniya. innovatsionnyye tekhnologii. professionalnoye obrazovaniye: Sb. trudov XI nauch. konf. TGTU. - V 2 ch.* - Tambov: Izd-vo Tambov. gos. tekhn. un-ta, 2006. - Ch.2. - S. 31-32.
9. Vedishchev, S.M. *Shnekovyy dozator s kanalom obratnogo khoda* / S.M. Vedishchev, D.N. Balakhonova, V.V. Sorokin, M.A. Garina, A.V. Kozlov // *Nauka v tsentralnoy Rossii*. - 5(17). - 2015. - S. 29-33.
10. Kuzmin, A.V. *Spravochnik po raschetu mekhanizmov podyemno-transportnykh mashin* / A.V. Kuzmin. - Minsk: Vyssh. shk., 1983. - 350 s.
11. Vedishchev, S.M. *Kormorazdatchik so shnekovym dozatorom s kanalom obratnogo khoda* / S.M. Vedishchev, D.N. Balakhonova, M.A. Garina, V.V. Sorokin // *Progressivnyye tekhnika i tekhnologii obespecheniya effektivnosti APK: sb. nauch. tr. mezhdunar. konf.; redkol.: Zazulya A.N. i [dr.]*. - Tambov: Izd-vo Pershina R.V., 2015. - S.20-24.



УДК 631.333:631.812.2

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ДИСПЕРГАЦИИ И ГОМОГЕНИЗАЦИИ СУСПЕНЗИИ ТОРФА, БИОГУМУСА И БУРОГО УГЛЯ

ГАЙБАРЯН Михаил Арутюнович, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, gnu@vnims.rzn.ru
НОВИКОВ Николай Николаевич, канд.с.-х. наук, доцент, Novikov-NN.vnims@yandex.ru
ГАПЕЕВА Наталья Николаевна, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник, gapeevann@mail.ru
СИДОРКИН Владимир Иванович, науч. сотрудник, gnu@vnims.rzn.ru

Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Использование гуминовых удобрений в современных технологиях интенсивного земледелия – это эффективный прием увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и повышения качества получаемой продукции, а также повышения плодородия почв за счет активизации развития почвенной микрофлоры. Основным действующим веществом в них являются гуминовые кислоты, обладающие биологически активными свойствами. Сырьем для промышленного получения гуминовых кислот служат торф, бурый уголь, биогумус, сапрпель, лигнин, однако в данных субстратах они содержатся в нерастворимой, а значит не доступной для усвоения растениями форме. Для их активизации и повышения выхода гуминовых кислот используют различные физико-химические способы, среди которых механохимическая активация является наиболее эффективной. В связи с этим разработка аппаратов для механохимической активации является весьма перспективным направлением. Целью работы являлось повышение эффективности процесса извлечения гуминовых веществ под действием механической деструкции за счет разработки и создания технических средств для диспергации и гомогенизации суспензии торфа, биогумуса и бурого угля. В статье приведены теоретические расчеты основных параметров устройств для диспергации и гомогенизации суспензии торфа, биогумуса и бурого угля на основании которых была разработана конструкторская до-



кументация и создан дисмембратор. Включение данного устройства в состав оборудования для производства органоминеральных удобрений позволило увеличить его производительность, привело к сокращению времени производственного цикла и повысило качество конечного продукта. Размерность частиц готового продукта не превышает 70 мкм. Использование дисмембратора для механохимической активации торфа позволило увеличить выход гуминовых кислот в среднем на 20% по сравнению с технологией щелочной экстракции. На данную научно-техническую разработку учеными института получен патент РФ на полезную модель.

Ключевые слова: гуминовые удобрения, технические устройства, диспергация, механохимическая активация.

Введение

В условиях дефицита органических удобрений, постоянно растущей стоимости минеральных удобрений и средств защиты растений, а также возрастающего спроса на экологически чистую высококачественную сельскохозяйственную продукцию ученые вынуждены искать новые, нетрадиционные пути улучшения почвенного плодородия, повышения урожайности культур и улучшения качества получаемой продукции. Одним из перспективных путей решения этих проблем является использование гуминовых удобрений [1].

Хотя сами гуматы не являются источником минерального питания растений, их применение повышает эффективность использования минеральных удобрений, активизирует ростовые процессы растений, а также жизнедеятельность почвенной биоты. Использование гуминовых удобрений повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, снимает стрессовую нагрузку от применения химических средств защиты растений, снижает кислотность и засоленность почв. Таким образом, природное происхождение и широкий спектр биологического действия гуминовых веществ на живые организмы позволяет использовать их в качестве перспективных регуляторов роста и адаптогенов [2,3].

Удобрения на основе гуминовых кислот производят из различных видов органического сырья. Таковыми являются бурый уголь, торф, биогумус (вермикомпост), лигнин. Большинство содержащихся в этих сырьевых источниках гуминовых веществ находится в водонерастворимой форме, не имеющей существенной хозяйственной ценности. Для практического использования их необходимо перевести в водорастворимую форму – соли гуминовых кислот [4,5]. С этой целью в настоящее время применяют различные физические и химические воздействия, которые позволяют перевести их в растворимое состояние, уменьшить молекулярную массу, повысить реакционную активность. Наиболее часто применяют следующие виды активации: гидратация, кислотный и щелочной гидролиз, обработка окислителями, давлением, температурой, механоактивацией и т. д.

Среди вышеперечисленных методов механохимическая активация является одним из наиболее эффективных способов модификации состава и свойств гуминосодержащего сырья. При механоактивации происходит диспергирование сырья, что вызывает увеличение удельной поверхности, раскрытие недоступных пор [6]. Очевидным преимуществом использования данного метода в процессе получения гуминовых кислот является

то, что высокая энергия, подводимая к веществу, не рассеивается в объеме всего тела, а локализуется в активных центрах и приводит к их непрерывному образованию. Это позволяет проводить химический процесс в существенно более мягких условиях за более короткое время [7].

В связи с этим в настоящее время интенсивно ведутся работы по созданию высокоинтенсивных механохимических аппаратов, основное назначение которых не только измельчение, но и одновременно придание обрабатываемому веществу особых свойств, которые приводят к увеличению его реакционной способности.

Материалы и методы

Целью работы являлось повышение эффективности процесса извлечения гуминовых веществ под действием механической деструкции за счет разработки и создания технических средств для диспергации и гомогенизации суспензии торфа, биогумуса и бурого угля. Для этого были проведены теоретические расчеты основных параметров данного устройства (дисмембратора), которые составили основу для разработки конструкторской документации. Разработанное нами устройство предназначено для приготовления тонкодиспергированных, гомогенизированных, жидких суспензий торфа, бурого угля, сапропеля и биогумуса.

Конструктивное устройство и принцип работы дисмембратора подробно описаны в работе М.А. Гайбаряна, В.И. Сидоркина, Н.Н. Гапеевой и др. [8]. В данной статье представлены результаты теоретических расчетов основных параметров устройства для диспергации и гомогенизации.

Результаты исследований

В процессе обработки суспензии в дисмембраторе частицы продукта подвергаются тонкодисперсному измельчению путем соударения. Рассмотрим, под действием каких сил происходят эти процессы. Соударение происходит как между частицами суспензии, так и частицы с поверхностью рабочих органов дисмембратора. Степень разрушения частиц при соударении их между собой зависит от скорости и массы каждой частицы (при равных прочностных характеристиках). Столкновение может произойти между двумя отдельно взятыми частицами или одновременно между несколькими частицами.

В первом случае возникает кинетическая энергия, равная:

$$E_{K1} = \frac{m_1 \times v_1^2}{2} \quad E_{K2} = \frac{m_2 \times v}{2} \quad (1)$$



где E_{k1} , E_{k2} – кинетическая энергия первой и второй частицы, Дж;

m_1 , m_2 – масса первой и второй частицы, г;

v_1 , v_2 – скорость первой и второй частицы, м/с.

Если направления движения этих частиц строго противоположные, то учитывается абсолютная величина скорости; если направления движения частиц не строго противоположные, то учитывается та составляющая скорости, которая направляется строго противоположно (рис. 1). Тогда:

$$v'_1 = v_1 \times \cos \alpha \quad v'_2 = v_2 \times \cos \alpha \quad (2)$$

где v'_1 , v'_2 – составляющие величины скорости v_1 , v_2 .

Если соударение происходит одновременно между несколькими частицами, то величина скорости соударения определяется аналогичным образом. Как известно, каждая движущаяся частица обладает кинетической энергией, от величины которой зависит степень разрушения этой частицы при соударении с другой или соударении с поверхностью рабочих органов дисмембратора.

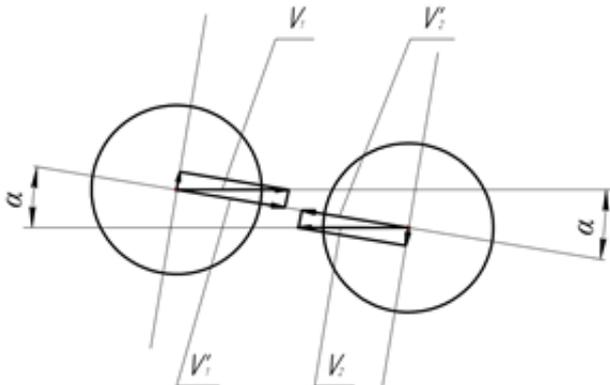


Рис.1 – Направления движения частиц

Таким образом, для определения величины кинетической энергии движущейся частицы (E_k), необходимо знать ее массу (m_q) и скорость поступательного движения (v_q).

Массу частицы можно определить исходя из ее размеров и плотности по формуле:

$$m_q = \frac{4}{3} \pi R_q^3 \times \rho \quad (3)$$

где R_q – радиус частицы, м;
 ρ – плотность частицы, кг/м³.

Тогда,

$$E_k = \frac{m_q v_q^2}{2} = \frac{4}{3} \pi R_q^3 v_q^2 \rho$$

При определении скорости движения частицы необходимо учесть, что все частицы, находящиеся в дисмембраторе, можно условно разделить на три группы – это частицы, не достигшие рабочей зоны дисмембратора, частицы, находящиеся в рабочей зоне и частицы, вышедшие из рабочей зоны. Если принять, что скорость частицы, не до-

стигшей рабочей зоны дисмембратора, равна скорости потока суспензии на входе в дисмембратор, то скорость этой частицы определяется исходя из производительности насоса (дисмембратора) и площади поперечного сечения всасывающего патрубка (S_n) по формуле:

$$v_q = \frac{Q_n}{S_n} = \frac{4Q_n}{\pi D_n^2} \quad (4)$$

где Q_n – производительность насоса, дм³/час;
 D_n – диаметр всасывающего патрубка, дм
(по технической характеристике насоса
 $Q_n = 13000$ дм³/час; $D_n = 40$ мм).

Следовательно,

$$v_q = \frac{4 \times 13000}{3,14 \times (0,4)^2} = 103503 \text{ дм} / \text{час} =$$

$$= \frac{103503 \times 0,1}{3600} = \frac{10350,3}{3600} \text{ м} / \text{с} = 2,875 \text{ м} / \text{с}$$

Радиус частицы определяем, исходя из условия, что при выходе из узла предварительной подготовки торфа и поступлении в реактор для дальнейшей обработки размер частиц суспензии торфа не должен превышать 2 мм.

Следовательно,

$$m_q = \frac{4}{3} \times 3,14 \times \left(\frac{0,002}{2} \right)^3 \times 1300 = 0,0000544 \text{ кг} =$$

$$= 0,0544 \text{ г}$$

Соответственно,

$$E_k = \frac{0,0000544 \times 2,875}{2} = 0,0000782 \text{ Дж}$$

Для частиц, находящихся в рабочей зоне дисмембратора, скорость выхода с лопасти ротора будет равняться векторной сумме радиальной и тангенциальной скоростей. Для математического описания данного процесса рассмотрим характер сил, действующих на частицу торфа при движении ее по лопасти и в момент выхода с нее.

На частицу торфа, находящуюся на лопасти ротора, воздействуют следующие силы:

– сила тяжести:

$$G = m_q \times g \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с².

– центробежная сила:

$$J = m_q \times \omega_p^2 \times r \quad (6)$$

где ω_p – угловая скорость вращения ротора, рад/с;

r – радиус кривизны лопатки ротора в точке нахождения частицы торфа, м;

– сила Кориолиса:

$$K = 2 \times m_q \times \omega_p \times \frac{dr}{dt} \quad (7)$$



t – время, с.

Для уточнения направления силы Кориолиса можно применить правило Жуковского. Для уточнения и полного учета величины и направления каждой из этих сил можно применить метод трех плоскостей. Суть данного метода заключается в следующем: через центр частицы торфа проводятся три взаимно-перпендикулярные плоскости. Все силы, действующие на частицы торфа, проецируются на эти плоскости, а затем, при составлении дифференциального уравнения, используются значения этих проекций (рис. 2).

Для составления дифференциального уравнения через центр частицы торфа проводим взаимно-перпендикулярные плоскости: А, Б и В. Две из них – вертикальные (Б и В), а одна (А) проходит через касательную к поверхности лопатки, в продольном направлении через центр частицы торфа.

Для определения векторной суммы сил, действующих на частицу торфа при движении ее по поверхности лопасти, определим проекции этих сил на поверхности указанных трех плоскостей и составим их суммы. Сумма этих сил должна быть больше силы трения частицы торфа по поверхности лопасти, иначе движения не будет.

Рассмотрим продольную составляющую движения частицы торфа по поверхности лопасти. Это движение осуществляется под действием силы:

$$J_{II} = m_q \times \omega_p^2 \times r \times \cos \alpha \quad (8)$$

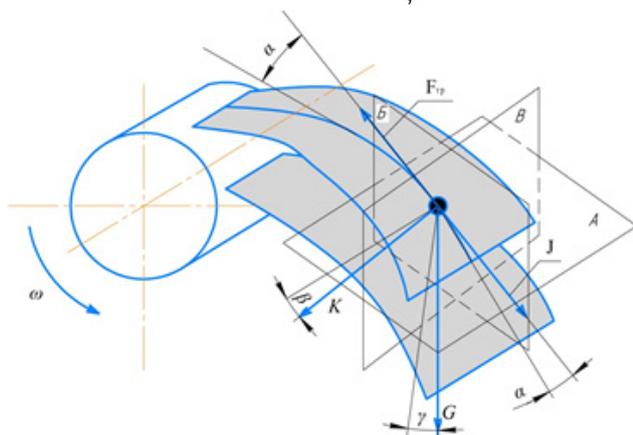


Рис. 2 – Силы, действующие на частицу торфа в рабочей зоне дисмембратора

Эта сила должна преодолеть силу трения, возникающую в продольном направлении (в плоскости Б), т.е.

$$F_{TP II} = F_{TP} \times \cos \alpha \quad (9)$$

где F_{TP} – сила трения, Н.

$$F_{TP} = N \times f \quad (10)$$

где N – нормальное давление на поверхность лопасти, Па;

f – коэффициент трения суспензии торфа

по стали.

$$N = \frac{G}{\cos \gamma} \quad (11)$$

Тогда

$$F_{TP} = \frac{G \times f \times \cos \alpha}{\cos \gamma} \quad (12)$$

Следовательно, должно соблюдаться условие:

$$\frac{G \times f \times \cos \alpha}{\cos \gamma} \leq m_q \times \omega_p^2 \times r \times \cos \alpha$$

Отсюда наблюдаемая величина угловой скорости, достаточная для соблюдения данного условия, определяется по формуле:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{G \times f \times \cos \alpha}{m_q \times r \times \cos \alpha \times \cos \gamma}} = \sqrt{\frac{G \times f}{m_q \times r \times \cos \gamma}} \quad (13)$$

Под действием реактивной силы $\alpha_{кр}$ ускорения Кориолиса средне-зернистая часть суспензии проходит вторичное измельчение за счет многократного соударения твердых частиц в потоке жидкости между собой, а за счет изменения давления с внешней и внутренней стороны лопастей на периферийной части диспергирующего узла образуются мелкие каверны, создающие активное кавитационное поле.

Кориолисово ускорение твердой частицы определяется по формуле:

$$\bar{\alpha}_{крB2B1} = 2(\omega_e \times v_{B1B2}) \quad (14)$$

где ω_e – переносная угловая скорость, рад/с;
 v_{B1B2} – скорость частицы, направленная по касательной к лопасти, м/с.

Направление $\bar{\alpha}_{крB2B1}$ получают, повернув вектор скорости v_{B1B2} на 90° в сторону вращения частицы B_2 .

Схема измельчения твердых частиц, имеющих среднedisперсную структуру, показана на рисунке 3, где твердая частица B_2 , имеющая размеры, равные диаметру отверстия на лопастях крыльчатки, загоняется реактивной силой $\alpha_{кр}$ и вовлекается следующей лопаткой во вторичное измельчение.

Степень измельчения твердых, волокнисто-волосяных частиц суспензии торфа определяется микрометрическим зазором С, размерами калибровочных отверстий на кольцевом статоре и размерами отверстий на лопатках крыльчатки. Для обеспечения дисперсности суспензии от 70 до 140 мкм перечисленные выше размеры отверстий и зазора должны быть не более 140 мкм.

Таким образом, в процессе обработки суспензии в дисмембраторе частицы продукта подвергаются тонкодисперсному измельчению путем соударения, резания и истирания.

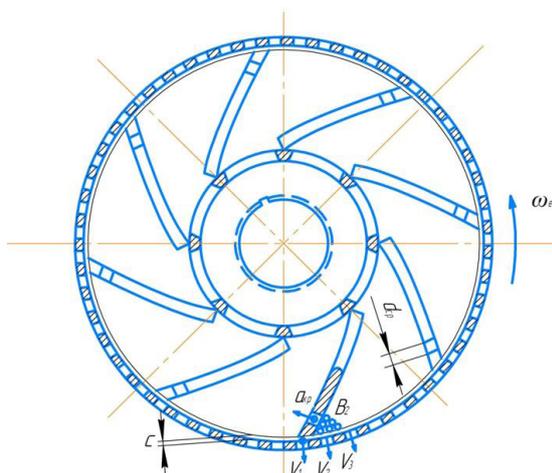


Рис. 3 – Схема измельчения частиц торфа

Обсуждение и заключение

Проведенные теоретические расчеты послужили основой для разработки конструкторской документации на создание устройства для диспергации и гомогенизации суспензии торфа, бурого угля и биогумуса. Проведенные испытания показали устойчивую работу дисмембратора. Все фактические значения технических параметров устройства соответствуют проектным, что обеспечивает заложенную в технической документации производительность. Дисперсность частиц полученного продукта не превышает 70 мкм. На данную научно-техническую разработку получен патент РФ на полезную модель [9].

Выводы

Таким образом, разработанное и созданное устройство для диспергации и гомогенизации суспензии торфа, бурого угля и биогумуса позволило увеличить эффективность процесса извлечения гуминовых веществ, что, в свою очередь, привело к повышению качества получаемого продукта. Скорость частицы, не достигшей рабочей зоны дисмембратора, равна скорости потока суспензии на входе в дисмембратор составляет 2,875 м/с. Кинетическая энергия частицы при соударении с другой или соударении с поверхностью рабочих органов дисмембратора составляет 0,0000782 Дж. Включение дисмембратора в состав оборудования для производства гуминовых удобрений позволило увеличить производительность линии за счет сокращения времени производственного цикла.

PHYSICAL AND MECHANICAL PROCESSES IN THE DEVICE FOR DISPERSING AND HOMOGENIZING SUSPENSION OF PEAT, BIOHUMUS AND BROWN COAL

Gaybaryan Mikhail A., Candidate of technical sciences, leading researcher, gnu@vnims.rzn.ru

Novikov Nikolay N., Candidate of agricultural sciences, associate professor, e-mail: Novikov-NN.vnims@yandex.ru

Gapeeva Natalya N., Candidate of biological sciences, leading researcher, gapeevann@mail.ru

Sidorkin Vladimir I., researcher, gnu@vnims.rzn.ru

Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM».

Application of humic fertilizers in modern intensive farming is an effective method for improving crops yield, the quality of the products and increasing soil fertility through the activation of soil microflora development. The main

Список литературы

1 Сорокин, К.Н. Гуминовые препараты как факторы повышения плодородия почв и эффективности сельскохозяйственного производства [Текст] / К.Н. Сорокин, М.А. Гайбарян, Э.И. Смышляев и др. // Влагоаккумулирующие технологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях: науч. изд. / ГНУ ВИМ; ГНУ ВНИМС, – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2014. – С. 89-108.

2 Гуминовые вещества в биосфере [Текст] : материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф. с международ. Участием (4-8 декабря 2018 г.). – Москва: МАКС Пресс, 2018. – 168 с.

3 KaschIA, Chen Y. Interaction of humic substances with trace metals and their stimulatory effects on plant growth // Use of Humic Substances to Remediate Polluted environments: from Theory to Practice / Eds.: I.V. Perminova, K. Hatfield, N. Hertkorn. NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. Dordrecht, The Netherlands: Springer. 2005. V. 52. P. 83-114.

4 Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др., под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.

5 Перминова, И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века [Текст] // Химия и жизнь. – 2008. - №1. – С. 50-55.

6 Иванов, А.А. Механохимическая обработка верхового торфа [Текст] / А.А. Иванов, Н.В. Юдина, О.И. Ломовский // Химия растительного сырья. – 2004. - №2. – С.50-55.

7 Толстяк, А. С. Механохимическая гумификация торфа [Текст] / А.С. Толстяк, Д. В. Дудкин, Г.Ф. Фахретдинова // Вестник Югорского государственного университета. – 2012. - №3 (26). – С. 50-56.

8 Гайбарян, М.А. Устройство для диспергации и гомогенизации суспензии торфа, бурого угля и биогумуса при производстве гуминовых удобрений // Техника и оборудование для села. – 2018. - №8 (254). – С. 8-10.

9 Дисмембратор: пат.171086 Рос. Федерация: МПК ВО2С 13/00/ Сорокин Н.Т., Гайбарян М.А., Сидоркин В.И., Сорокин К.Н., Сахнов П.П., Гапеева Н.Н., Смышляев Э.И.; патентообладатель Рязань, Фед. гос. бюдж. науч. учрежд. Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства (ФГБНУ ВНИМС). – №2016140611/16; заявл. 14.10.16; опубл. 19.05.17, Бюл. №14.



active constituent of these fertilizers is biologically active humic acid. Peat, brown coal, biohumus, sapropel, lignin serve as a raw material for industrial production of humic acid. However, plants can not assimilate the acids contained in these substrates, since they are water-insoluble. Mechanic-chemical activation is the most effective technique among various physical and chemical methods for activating this process and increasing humic acid yield. In this respect, the development of devices for mechanic-chemical activation is a promising trend. The aim of the research was to improve the efficiency of humic substances extraction by crushing through the development of engineering solutions for dispersing and homogenizing suspensions of peat, biohumus and brown coal. This article provides theoretical calculations of the main parameters of the device for dispersing and homogenizing suspensions of peat, brown coal and biohumus, which formed the basis for the development of engineering documentation and constructing the dismembrator. Integration of this device in the equipment for producing organic-mineral fertilizers has provided higher performance of the equipment, reduction of the production cycle and improved quality of the product. The size of the particles of the end-product does not exceed 70 μm . Application of the dismembrator for mechanic-chemical activation of peat resulted in the average increase of humic acid yield by 20 % compared to alkaline extraction technology. This scientific development is protected by the Patent of the Russian Federation for Useful model.

Key words: humic fertilizers, technical devices, dispersing, mechanic-chemical activation.

Literatura

1 Sorokin, K.N. Guminovye preparaty kak faktory povysheniya plodorodiya pochv i effektivnosti sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [Tekst] / K.N. Sorokin, M.A. Gaybaryan, E.I. Smyshlyaev i dr. // Vlogoakkumuliruyushchie tekhnologii, tekhnika dlya obrabotki pochv i ispol'zovanie mineral'nykh udobreniy v ekstremal'nykh usloviyakh: nauch. izd. / GNU VIM; GNU VNIMS, – Ryazan': GNU VNIMS, 2014. – S. 89-108.

2 Guminovye veshchestva v biosfere [Tekst]: materialy VII Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. Uchastiem (4-8 dekabrya 2018 g.). – Moskva: MAKS Press, 2018. – 168 s.

3 Kaschl A, Chen Y. Interaction of humic substances with trace metals and their stimulatory effects on plant growth // Use of Humic Substances to Remediate Polluted environments: from Theory to Practice / Eds.: I.V. Perminova, K. Hatfield, N. Hertkorn. NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. Dordrecht, The Netherlands: Springer. 2005. V. 52. P. 83-114.

4 Agrokhimiya: Klassicheskiy universitetskiy uchebnyy dlya stran SNG / V.G. Mineev, V.G. Sychev, G.P. Gamzikov i dr., pod red. V.G. Mineeva. – M.: Izd-vo VNIIA imeni D.N. Pryanishnikova, 2017. – 854 s.

5 Perminova, I.V. Guminovye veshchestva – vyzov khimikam XXI veka [Tekst] // Khimiya i zhizn'. – 2008. - №1. – S. 50-55.

6 Ivanov, A.A. Mekhanokhimicheskaya obrabotka verkhovogo torfa [Tekst] / A.A. Ivanov, N.V. Yudina, O.I. Lomovskiy // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2004. - №2. – S. 50-55.

7 Tolstyak, A. S. Mekhanokhimicheskaya gumifikatsiya torfa [Tekst] / A.S. Tolstyak, D. V. Dudkin, G.F. Fakhretdinova // Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. - №3 (26). – S. 50-56.

8 Gaybaryan, M.A. Ustroystvo dlya dispergatsii i gomogenizatsii suspenzii torfa, burogo uglya i biogu-musa pri proizvodstve guminovykh udobreniy // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2018. - №8 (254). – S. 8-10.

9 Dismembrator: pat. 171086 Ros. Federatsiya: MPK VO2S 13/00/ Sorokin N.T, Gaybaryan M.A., Sidorkin V.I., Sorokin K.N., Sakhnov P.P., Gapeeva N.N., Smyshlyaev E.I.; patentoobladatel' Ryazan', Fed. gos. byudzh. nauch. uchrezhd. Vseros. nauch.-issled. in-t mekhanizatsii i informatizatsii agrokhimicheskogo obespecheniya sel'skogo khozyaystva (FGBNU VNIMS). – №2016140611/16; zayavl. 14.10.16; opubl. 19.05.17, Byul. №14.



УДК 631.861

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОМЕТА ПРИ СОДЕРЖАНИИ КУР В КЛЕТКАХ

ГУРЬЯНОВ Дмитрий Валерьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры агроинженерии и электроэнергетики, ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет, guryanov72@mail.ru.

ХМЫРОВ Виктор Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет, khmyrovv@bk.ru.

ЮХИН Иван Александрович, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, ivan.uspenskiy@yandex.ru, Рязанский государственный агроинженерный университет имени П.А. Костычева,

Отходами сельскохозяйственного производства являются жидкие навозные стоки, подстилочный навоз, элементы ботвы сахарной свеклы, остатки соломы зерновых и крупяных культур, отходы перерабатывающей промышленности, дефекат, шелуха подсолнечника, овса, гречки, проса. Большой энергетический потенциал приносят птицефабрики и птицефермы при содержании кур



в клетках. Выход помета при поголовье 400 тыс. кур – 100 тонн в сутки. Этот объем отходов необходимо обеззараживать и перерабатывать в органические удобрения. В естественном виде помет вносить в почву нежелательно, так как он содержит болезнетворные бактерии, грибные колонии и яйца гельминтов. При внесении свежего помета в течение первого года будет наблюдаться негативное влияние на рост и развитие растений, затем в процессе разложения температура почвы повышается и пагубно влияет на растения. В настоящее время разработаны технические средства приготовления органических удобрений методом активной аэрации в цехах, буртах и биореакторах. Большой интерес в утилизации отходов сельскохозяйственного производства представляет процесс гранулирования, при котором получается органическое удобрение в виде гранул влажностью 6%, диаметром 10 мм и длиной 10-30 мм. Гранулы имеют высокую подвижность, что позволяет вносить их в зону корней при посеве и посадке сельскохозяйственных культур. Целью исследований являлось получение результатов экспериментальных исследований влажности, насыпной плотности и фракционного состава куриного помета при клеточном содержании кур.

Объектом исследования является куриный помет. Помет птицы является одним из компонентов при производстве органических удобрений. Рассматривается методика исследования влажности помета в буртах. Получены результаты экспериментальных исследований влажности, насыпной плотности и фракционного состава куриного помета при клеточном содержании кур, которые могут быть использованы при проектировании технических средств для приготовления органических удобрений. Это делает возможным использование куриного помета в повышении гумуса в почве, что в итоге повышает эффективность сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: куриный помет, физико-механические свойства помета, фракции куриного помета, органические удобрения.

Введение

Помет птицы является одним из компонентов при производстве органических удобрений. Свежий помет, полученный на птицефабрике или птицеферме, негативно влияет на окружающую среду и нарушает экологию, загрязняет почву, водоемы и атмосферу болезнетворными бактериями, грибами и гельминтами. Внесение в почву свежего помета в качестве органического удобрения пагубно влияет на рост и развитие растений. В настоящее время приготовление органических удобрений из помета птицы проводят в аэрационных цехах, биореакторах и пресс-грануляторах. Поэтому при проектировании технических средств для приготовления органических удобрений из помета необходимы результаты исследований физико-механических свойств, влажности, плотности и фракционного состава помета. Применение высококачественного экологически чистого органического удобрения повышает плодородие почвы, улучшает её структуру, увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур и позволяет получать продукцию высокого качества [1].

Результаты исследований физико-механических свойств помета необходимы для того, чтобы довести его до агротехнических требований при переработке: влажности – 50-55%, плотности – 0,6-0,7 т/м³, фракционного состава – 0,1-5 мм. Для доведения помета до агротехнических требований при переработке требуются следующие наполнители: опилки измельченной соломы зерновых и крупяных культур, торф и другие сельскохозяйственные отходы.

Методика исследования влажности помета в буртах

При производстве технических средств для переработки и обеззараживания помета кур при их содержании в клетках необходимыми показателями физико-механических свойств куриного помета являются относительная влажность, плотность, гранулометрический состав. При расчетах кон-

струкций машин важным показателем является относительная влажность помета, так как в результате транспортирования теряется от 45% до 70% при сходе с ленты. В процессе движения ленты с пометом влага частично уходит в атмосферу, а помет складывается в бурт. Влажность помета исследовали в зависимости от высоты бурта с помощью электровлагомера типа ВЗМ-1 № 80110 (рис. 1).



Рис. 1 – Электровлагомер типа ВЗМ-1 № 80110

Пробы помета отбирали из разреза бурта на разной глубине по 50 граммов. Затем их укладывали в пакеты из ротаторной бумаги, взвешивали на весах и закладывали в кассету электровлагомера ВЗМ-1 №80110 [2].

В течение 10 минут при температуре 160° С выпаривали влагу, затем взвешивали высушенные пакеты с пометом. Влажность W определяли по формуле:

$$W = \frac{G - G_{п}}{G - M} * 100\%,$$



где G – масса порции помета с пакетом до высушивания, г;

G_n – масса порции помета с пакетом после сушки, г;

M – масса высушенного пакета, г.

Результаты исследований физико-механических свойств

По полученным результатам экспериментальных исследований построена графическая зависимость (рис. 2).

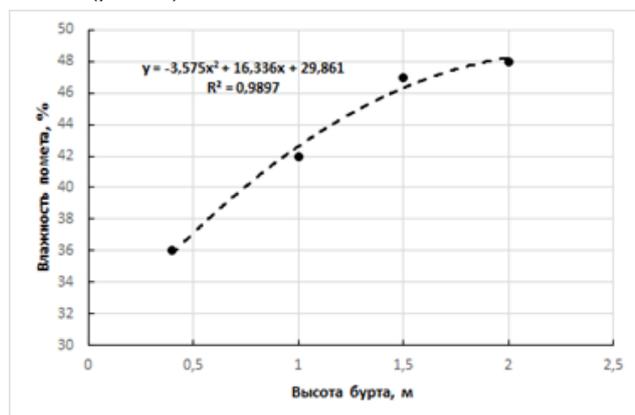


Рис. 2 – Зависимость влажности помета от высоты бурта

Из графика, представленного на рисунке 2, видно, что влажность помета в нижних слоях увеличивается, так как влага перемещается в нижние слои бурта за счет гравитационных сил.

Насыпная плотность куриного помета в буртах – это порция помета в единице объема, т/м³. Насыпную плотность куриного помета исследовали следующим образом. Вырезали кубики помета на разной глубине бурта, определяли объем, затем взвешивали образцы и рассчитывали насыпную плотность помета по общепринятой формуле:

$$\rho = \frac{G}{V},$$

де ρ – насыпная плотность помета, т/м³;

G – масса образца помета, т;

V – объем кубика помета, м³.

Полученный результат зависимости насыпной плотности помета от высоты в бурте представлен в графической форме на рисунке 3.

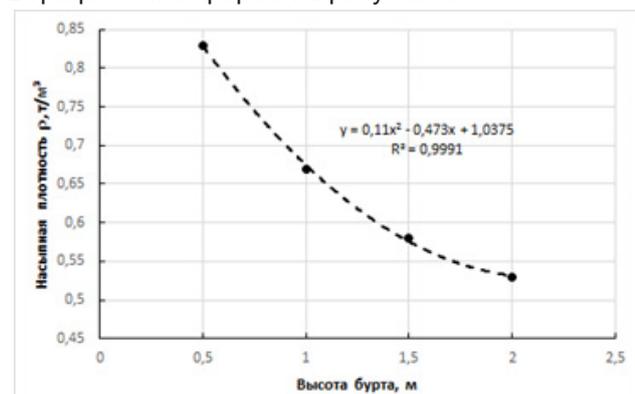


Рис. 3 – Зависимость насыпной плотности помета от высоты бурта

Из графика видно, что насыпная плотность помета увеличивается с увеличением глубины бурта, это объясняется тем, что происходит естественное уплотнение помета в бурте: плотность его у поверхности бурта – в пределах 0,5 т/м³, на глубине 2 метра – 0,7 т/м³.

Для приготовления органических удобрений в аэрационных цехах, биореакторах и прессгрануляторах необходимы результаты анализа фракционного состава куриного помета. Исследование фракционного состава проводили следующим образом. Из бурта помета, полученного при клеточном содержании кур, отбирали пробы по 3 килограмма, затем раскладывали на горизонтальной площадке тонким слоем в 30 мм для естественной сушки. После сушки до 20%-й влажности длину частиц помета определяли на классификаторе, представленном на рисунке 4.



1 – вибратор; 2 – кассеты классификатора
Рис. 4 – Классификатор куриного помета

Распределение по классам частиц помета определяли взвешиванием остатков помета на решетках и расчетом их процентного содержания от общей массы [3]. По полученным данным построили графическую зависимость фракционного состава помета (рис. 5).

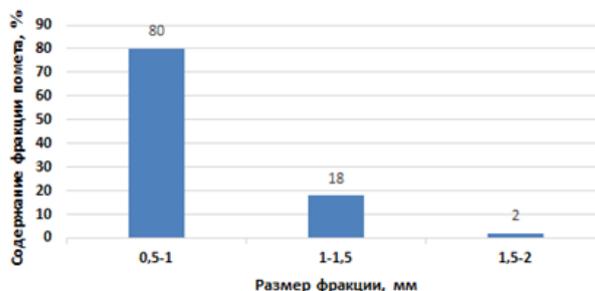


Рис. 5 – Фракционный состав помета при клеточном содержании кур

Размеры фракций куриного помета 0,5-1 мм составили 80%, 1-1,5 мм – 18% и 1,5-2мм – 2%. Такой фракционный состав помета отвечает агротехническим требованиям при приготовлении ор-



ганического удобрения методами аэрации в цехах, буртах и биореакторах.

При проектировании машин измельчения, погрузки, транспортирования и аэратора буртов помета необходимы показатели угла естественного откоса, которые исследовали следующим образом (рис. 6).

Из бурта 1 брали помет различной влажности, насыпали в короб 2, поднимали короб и на образованной горке 3 угломером 4 производили замеры естественного угла откоса. Опыты проводились в пятикратной повторности и обрабатывались в Microsoft Excel. Графические зависимости представлены на рисунке 7.



1 – бурт помета, 2 – короб, 3 – горка помета после процесса формовки, 4 – угломер

Рис. 6 – К исследованию угла естественного откоса помета

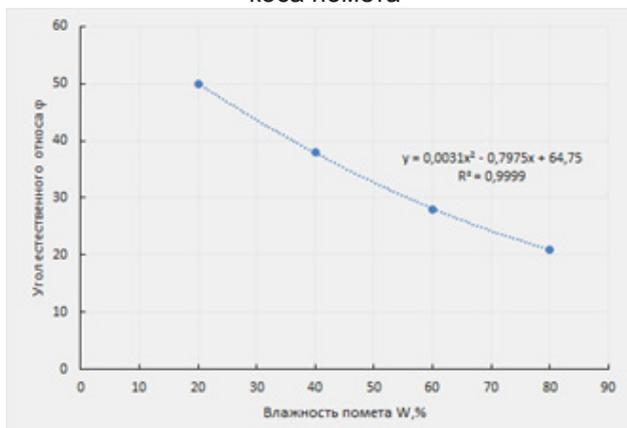


Рис. 7 – Зависимость угла естественного откоса от влажности помета

На данный момент некоторые физико-механические свойства гранулированных органических удобрений из куриного помета изучены мало, а в литературных источниках отсутствуют показатели коэффициентов внешнего трения движения и покоя. Данные результаты коэффициентов трения необходимы для использования при расчётах погрузочно-разгрузочных средств машин непрерывного действия для транспортировки помета, а также устройств для внесения гранулированных удобрений в почву. Коэффициенты внешнего трения изучали на лабораторной установке по различным поверхностям.

Опыты проводили в пятикратной повторности на четырех поверхностях трения; результаты, обработанные в программе Microsoft Office Excel, представлены на рисунках 8, 9, 10, 11.

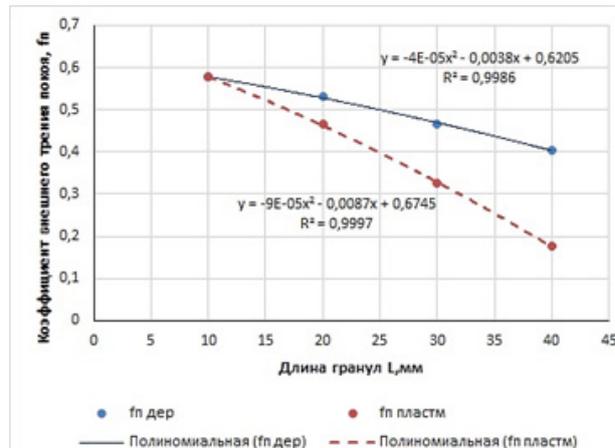


Рис. 8 – График зависимости коэффициента внешнего трения покоя от длины гранул по деревянной и пластмассовой поверхности

На рисунках 8 и 9 построены графики изменения коэффициентов внешнего трения покоя от длины гранул. По деревянной поверхности коэффициент внешнего трения покоя – 0,58-0,4, по пластмассовой поверхности – 0,58-0,17, по резиновой поверхности коэффициент внешнего трения покоя – 0,87-0,47, а по оцинкованной стали – 0,73-0,4.

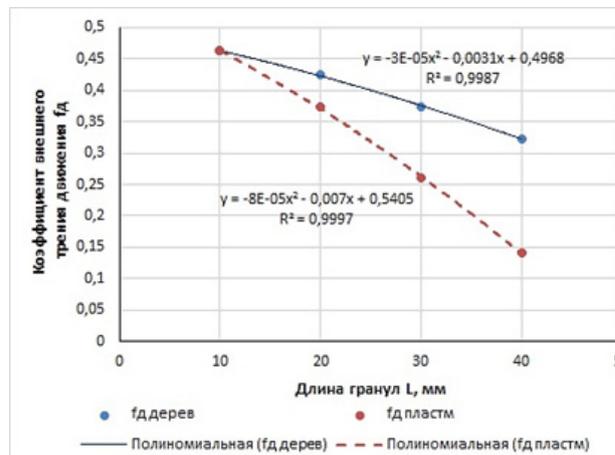


Рис. 10 – График зависимости коэффициента внешнего трения движения от длины гранул

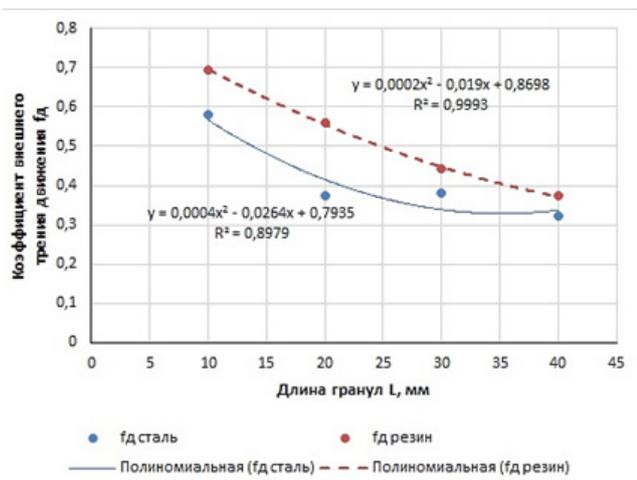


Рис. 11 – График зависимости коэффициента внешнего трения движения от длины гранул по оцинкованной стали и прорезиненной поверхности

На рисунках 10 и 11 представлены графики зависимости коэффициентов внешнего трения движения от длины гранулированного органического удобрения из куриного помета. По деревянной поверхности коэффициент внешнего трения движения равен 0,46-0,32, а по пластмассовой поверхности – 0,46-0,14. По прорезиненной поверхности коэффициент внешнего трения движения равен 0,7-0,37, а по стали оцинкованной – 0,58-0,32.

Заключение

Размеры фракций куриного помета 0,5-1 мм составили 80%, 1-1,5 мм – 18% и 1,5-2 мм – 2%, что отвечает агротехническим требованиям при приготовлении органического удобрения методами аэрации в цехах, буртах и биореакторах.

PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF THE LITTER WHEN THE CONTENT OF CHICKENS IN CAGES

Guryanov Dmitry V., candidate of technical Sciences, associate Professor of Agroengineering and power engineering, fsbei in Michurinsk state agrarian University, guryanov72@mail.ru

Hmyrov Victor D., doctor of engineering. Professor of the Department of technological processes and technosphere safety, fsbei in Michurinsk state agrarian University, khmyrovv@bk.ru

Yukhin Ivan A., Doctor of Technical Sciences, Professor, the Head of the Department of Automotive Engineering and Heat Power Engineering, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru

An important task of agricultural production is to increase productivity and obtain high-quality products. The solution to this problem is possible only in the processing of organic waste into environmentally friendly fertilizers. The main wastes of agricultural production are litter manure, liquid manure effluents, sugar beet tops, straw of grain and cereal crops, waste from the processing industry, defecate, sunflower husks, oats, buckwheat, millet. Large energy potential bring poultry farms and poultry farms in the content of chickens in cages. The output of litter with a population of 400 thousand chickens – 100 tons per day. This volume of waste is disinfected and processed into organic fertilizers. In the natural form of litter to make the soil undesirable, as it contains in the composition of pathogenic bacteria, fungal colonies and helminth eggs. When applying fresh litter during the first year, there will be a negative impact on the growth and development of plants, then in the process of decomposition, the soil temperature rises and adversely affects the plants. Currently, the technical means of preparation of organic fertilizers by active aeration in shops, burts and bioreactors have been developed. Of great interest in the utilization of agricultural waste is the process of granulation in which organic fertilizer is obtained in the form of granules with a moisture content of 6% with a diameter of 10...30 mm. the Granules have high mobility, which allows them to be introduced into the root zone when sowing and planting crops. The aim of the research was to obtain the results of experimental studies of moisture, bulk

Угол естественного откоса помета снижается с 50° до 20° при увеличении влажности с 20 до 80%.

По деревянной поверхности коэффициент внешнего трения покоя равен 0,58-0,4, а по пластмассовой поверхности – 0,58-0,17. По прорезиненной поверхности коэффициент внешнего трения покоя равен 0,87-0,47, а по стали оцинкованной – 0,73-0,4. По деревянной поверхности коэффициент внешнего трения движения – 0,46-0,32, а по пластмассовой поверхности – 0,46-0,14. По прорезиненной поверхности коэффициент внешнего трения движения – 0,7-0,37, а по стали оцинкованной – 0,58-0,32.

Полученные результаты исследований физико-механических свойств куриного помета при содержании кур в клетках могут быть использованы при проектировании технических средств для приготовления органических удобрений.

Список литературы

1.Гурьянов, Д.В. Исследование физико-механических свойств гранулированного органического удобрения из подстилочного овечьего навоза / Д.В. Гурьянов, В.Д. Хмыров, Т.В. Гребенникова, П.Ю. Хатунцев // Вестник Мичуринского ГАУ - №1. - 2017. - с.145-149.

2.Хмыров, В.Д. Некоторые физико-механические свойства гранулированных органических удобрений / В.Д. Хмыров, Т.В. Гребенникова // Проблемы и перспективы научного садоводства, Всероссийская научно – практическая конференция, посвященная 80-летию со дня рождения В.А. Потапова, 30-31 октября 2014 г. г. Мичуринск, с.142-146

3.Гурьянов, Д.В. Подготовка подстилочного навоза к аэрации в цехах и биореакторах / Д.В. Гурьянов, В.Д. Хмыров, Ю.В. Гурьянова, Г.П. Аннагульев // Вестник Мичуринского ГАУ - №4. - 2017. - с.103-107



density and fractional composition of chicken manure at the cellular content of chickens. The object of the study is chicken manure. Poultry manure is one of the components in the production of organic fertilizers. The technique of studying the humidity of the litter in the piles is considered. The results of experimental studies of moisture, bulk density and fractional composition of chicken manure at the cellular content of chickens, which can be used in the design of technical means in the preparation of organic fertilizers. This makes it possible to use chicken manure to increase humus in the soil, which ultimately increases the efficiency of agricultural production.

Key words: chicken manure, physical and mechanical properties of manure, fraction of chicken manure, organic fertilizers.

Literatura

1. Gur'janov, D.V. Issledovanie fiziko-mehaničeskikh svojstv granulirovannogo organičeskogo udobrenija iz podstiločnogo oveč'ego navoza / D.V. Gur'janov, V.D. Hmyrov, T.V. Grebennikova, P.JU. Hatuncev // Vestnik Michurinskogo GAU - №1. - 2017. - s.145-149.

2. Hmyrov, V.D. Nekotorye fiziko-mehaničeskije svojstva granulirovannyh organičeskikh udobrenij / V.D. Hmyrov, T.V. Grebennikova // Problemy i perspektivy nauchnogo sadovodstva, Vserossijskaja nauchno – praktičeskaja konferencija, posvjashhennaja 80-letiju so dnja rozhdenija V.A. Potapova, 30-31 oktjabrja 2014 g. g. Michurinsk, s.142-146

3. Gur'janov, D.V. Podgotovka podstiločnogo navoza k ajeracii v cehah i bioreaktorah / D.V. Gur'janov, V.D. Hmyrov, JU.V. Gur'janova, G.P. Annagulyev // Vestnik Michurinskogo GAU - №4. - 2017. - s.103-107



УДК:656.13

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ СВЯЗИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ЦИКЛОМ

КИРЮШИН Илья Николаевич, канд. техн. наук, зав. кафедрой «Автомобили и транспортно-технологические средства», aitts@rimsou.ru

РЕТЮНСКИХ Вячеслав Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автомобили и транспортно-технологические средства», vnret@yandex.ru

Рязанский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

Целью исследования является приведение основных показателей эффективности технической эксплуатации автомобилей и автомобильных парков к единому знаменателю, что позволит оценивать и сравнивать эти показатели, исходя из единой базы. Объектом исследования является теоретическая зависимость и общепринятая формула для определения коэффициента технической готовности автомобиля и её связь с другими показателями эффективности технической эксплуатации автомобилей. Определена связь коэффициента технической готовности автомобилей с полным эксплуатационным циклом, а также скорректированы все известные соотношения между показателями эффективности технической эксплуатации автомобилей, характеризующими интенсивность эксплуатации, и качественно-количественными показателями простоев автотранспортных средств в ремонте. Приведен пример расчёта практических задач с помощью предлагаемой формулы, доказавший взаимосвязь между классическим и предлагаемым вариантами расчёта и позволяющий более корректно определить значение коэффициента технической готовности. Предлагаемый вид выражений для определения коэффициента технической готовности и для определения связи основных коэффициентов, характеризующих эффективность эксплуатации автомобилей и парков, облегчает их расчёт и понимание взаимосвязи.

Ключевые слова: цикл, автомобильный транспорт, эффективность, эксплуатация, коэффициент выпуска, коэффициент технической готовности, коэффициент нерабочих дней.

Введение

Все современные промышленно развитые государства опираются на развитую инфраструктуру, одной из основных частей которой является транспортная система. Любое производство подразумевает постоянное перемещение рабочей силы и средств труда, сырья, изделий и, в конечном счёте, готовой продукции не только в процессе производства, но и при реализации. Транс-

портная система, исходя из своего назначения, должна осуществлять это перемещение с целью непрерывного обеспечения производственного процесса в масштабах всей страны. Транспорт не только завершает процесс материального производства, снабжая конечных потребителей готовой продукцией, но и выполняет социальную функцию перемещения населения при пассажирских перевозках.



Автомобильный транспорт связывает не только изготовителей и потребителей продукции, но и в качестве промежуточного звена способствует объединению в единую транспортную систему железнодорожного, водного, воздушного, трубопроводного и других видов транспорта, обеспечивая причастность автоперевозчиков к 80% грузовых и 90% пассажирских перевозок в стране.

Транспортный комплекс страны должен обеспечивать её население и все отрасли экономики непрерывными грузовыми и пассажирскими перевозками в необходимых объёмах при минимальных затратах всех видов ресурсов. Достижение этой цели возможно благодаря повышению показателей эффективности всех видов транспорта: снижению себестоимости перевозок, росту вместимости транспортных средств и производительности труда на транспорте при обеспечении безопасности транспортных процессов.

На автомобильном транспорте давно выведены и успешно используются для оценки качества работы подвижного состава показатели эффективности технической эксплуатации. Однако различия в методике определения не позволяют сравнивать их между собой напрямую и часто приводят к путанице. Целью исследования является приведение основных показателей эффективности технической эксплуатации автомобилей и автомобильных парков к единому знаменателю, что позволит оценивать и сравнивать эти показатели, исходя из единой базы.

Объект и методы исследования показателей технической эксплуатации автомобилей

Техническая эксплуатация автомобилей (ТЭА) является крупнейшим подразделением автомобильного транспорта, обеспечивая поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии. В качестве части автотранспортной инфраструктуры техническая эксплуатация автомобиля, во-первых, способствует реализации целей автомобильного транспорта, во-вторых, управляет показателями эффективности автомобильного транспорта.

Эти показатели играют важную роль при организации внутривозрастных отношений между службами инженерно-технической и коммерческой эксплуатации и между подразделениями (цеха, участки, бригады) ИТС.

ТЭА преследует следующие основные цели, являющиеся одновременно показателями её эффективности: обеспечить необходимый уровень работоспособности парка для реализации транспортного процесса; сократить затраты на обеспечение работоспособности (этот показатель влияет на себестоимость перевозок и конкурентоспособность); повысить производительность труда персонала, занятого ТО и ремонтом; сократить отрицательное влияние автомобильного транспорта (связанное с техническим состоянием и обеспечением работоспособности) на окружающую среду, население и обслуживающий персонал.

Любой современный автомобиль представляет собой сложное восстанавливаемое изделие, состоящее из большого количества узлов и дета-

лей, каждая из которых имеет свою, отличную от других, вероятность отказа. Чем больше деталей и выше вероятность их отказа, тем выше вероятность отказа всей системы. Поэтому при эксплуатации такой системы необходимо регулярно проводить техническое обслуживание и ремонт. "Положение о техническом обслуживании и ремонте автомобилей", в соответствии с которым функционирует система ТЭА в нашей стране, предусматривает следующие виды воздействий: ежедневное обслуживание (ЕО); техническое обслуживание №1 (ТО-1); техническое обслуживание №2 (ТО-2); сезонное обслуживание (СО); текущий ремонт (ТР); капитальный ремонт (КР). Стоит отметить, что материальные и трудовые затраты на поддержание и восстановление технической исправного состояния автомобиля в период его эксплуатации в несколько раз превышают затраты на его производство.

Состояние, оснащённость правил технической безопасности (ПТБ) автотранспортного предприятия специализированными зонами, постами, производственными участками различного назначения, а также уровень организации технической эксплуатации автомобилей, наряду с конструктивными качествами и уровнем производства автотранспортных средств, оказывают значительное влияние на техническую готовность к выполнению перевозок, надёжность и работоспособность подвижного состава любого предприятия.

Работоспособность любого автомобиля зависит от большого количества факторов разной природы, таких как: качество материалов, используемых при производстве деталей; точность и чистота обработки поверхностей; качество сборки узлов, агрегатов и автомобилей в целом; условия эксплуатации автомобилей (состояние автомобильных дорог, природно-климатические условия, условия движения и др.); уровень организации производства по ТО и ремонту на предприятии; квалификация водителей и рабочих и т.д.

Работоспособное состояние подвижного состава автомобильного транспорта обеспечивается и поддерживается на требуемом уровне благодаря выполнению профилактических воздействий при техническом обслуживании и проведению ремонтных работ различных уровней сложности.

Целью профилактических мероприятий ТО является снижение интенсивности изнашивания деталей, узлов и механизмов автомобиля и предупреждение отказов в межсервисный период, что позволяет поддерживать на нормативном уровне значение коэффициента технической готовности. Ремонтные работы позволяют восстановить работоспособность автомобиля путем устранения возникших отказов. Повышение их качества и скорости выполнения позволяет снизить негативное влияние отказов техники на показатели эффективности технической эксплуатации.

Главной целью технического обслуживания и ремонта является предоставление технически исправного подвижного состава подсистеме грузо- и пассажироперевозок. Эффективность работы системы технического обслуживания и ремонта



определяется уровнем организации работы и четким взаимодействием всех подразделений, обеспечивающих генеральную цель – поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии при минимальных затратах.

При длительных периодах работы автомобилей и парков автомобилей вероятность перехода их из одного состояния в другое стабилизируется в небольших пределах и влияет на среднее время нахождения автомобилей в определенном состоянии, а суммарная продолжительность этих состояний составляет цикл $D_{ц} = D_{э} + D_{н} + D_{р}$. Цикл, в зависимости от задач, может определяться как сутками, неделями или месяцами (краткосрочные), так и годами ($D_{ц} = D_{г}$) и периодами эксплуатации до первого или очередного капитального ремонта ($D_{ц} = L_{к}/I_{ос}$) или до списания ($D_{ц} = L_{р}/I_{ос}$).

При анализе технической эксплуатации автомобилей на конкретном автотранспортном предприятии необходимо рассматривать две системы: автомобиль и производственно-техническую базу. Общая надёжность автомобиля определяется надёжностью его агрегатов, систем и узлов. Наименее надёжные из них оказывают наибольшее влияние на величину простоев и, соответственно, на снижение коэффициента технической готовности. А со стороны ПТБ потери рабочего времени автомобиля определяются его простоями в конкретных производственных подразделениях (цехах, участках) с наихудшим уровнем организации работ.

Задача ИТС заключается в выявлении и своевременном воздействии на наименее надёжные агрегаты и системы автомобиля и наиболее проблемные производственные подразделения предприятия, обеспечивающие их работоспособность.

Техническая эксплуатация автомобилей оказывает значительное влияние на себестоимость перевозок, так как затраты на проведение технического обслуживания и всех видов ремонта составляют около 25% себестоимости. Кроме того, косвенное влияние эффективности технической эксплуатации на расход топлива, смазочных, эксплуатационных и других материалов способно увеличить её до 50%.

Повышение эффективности эксплуатации является актуальной задачей системы технической эксплуатации автомобильного транспорта [2]. Для оценки и сравнения эффективности эксплуатации автопарков различных предприятий используются коэффициенты выпуска, технической готовности автомобилей и парков, а также коэффициент нерабочих дней. Различия в расчётах этих показателей приводят к нелинейности при определении их взаимосвязи и вызывают трудности при выявлении причин снижения и путей повышения их значений. Задачей данной работы является приведение вышеуказанных коэффициентов к единому знаменателю и апробация результатов исследования при решении практических примеров.

В современных научных и учебных источниках эти показатели имеют следующее определение и формулу расчёта [3].

Коэффициент выпуска ($\alpha_{в}$) определяет долю

календарного времени, в течение которого автомобиль или парк осуществляет транспортную работу на линии:

$$\alpha_{в} = \frac{D_{э}}{D_{э} + D_{р} + D_{н}} = \frac{D_{э}}{D_{ц}} \quad (1)$$

где $D_{э}$ – число дней эксплуатации автомобиля;
 $D_{р}$ – число дней простоя автомобиля в ремонте и ТО;

$D_{н}$ – число дней простоя в исправном состоянии по организационным причинам;

$D_{ц}$ – число дней в цикле.

Коэффициент технической готовности ($\alpha_{т}$) определяет долю рабочего времени, в течение которого автомобиль или парк исправен и может быть использован в транспортном процессе:

$$\alpha_{т} = \frac{D_{э}}{D_{э} + D_{р}} \quad (2)$$

Коэффициент нерабочих дней ($\alpha_{н}$) определяет долю календарного времени, в течение которого исправный автомобиль (группа автомобилей) не используется по организационным причинам (выходные дни, отпуск, отсутствие работы и т.п.):

$$\alpha_{н} = \frac{D_{н}}{D_{ц}} \quad (3)$$

При определении этих коэффициентов для автомобильных парков дни (D) заменяются в формулах на автомобиле-дни (AD).

Стоит отметить, что при определении коэффициента технической готовности ($\alpha_{т}$) определяют долю рабочего времени, а двух других коэффициентов – долю календарного времени. Из-за этой разницы часто возникают разночтения и ошибки при расчётах данных показателей, так как получается, что простой автомобиля в исправном состоянии по организационным причинам не учитывается при расчётах коэффициента технической готовности ($\alpha_{т}$). А во многих литературных источниках четко указывается, что автомобили простаивают в технически исправном состоянии [3]. Следовательно, для того чтобы найти общее количество дней нахождения автомобиля в технически исправном состоянии, количество дней простоя по организационным причинам $D_{н}$ необходимо прибавить к количеству дней эксплуатации $D_{э}$ [4].

Знаменатель выражения (2) представляет собой сумму дней нахождения автомобиля в технически исправном состоянии $D_{э}$ и дней нахождения автомобиля в технически неисправном состоянии $D_{р}$. Как было установлено, технически исправное состояние автомобиля характеризуется суммой дней эксплуатации и дней простоя в исправном состоянии по организационным причинам, это значит, что и в знаменатель для точности расчётов необходимо добавить количество дней простоя по организационным причинам $D_{н}$. В таком случае знаменатель будет приведён к количеству дней в эксплуатационном цикле $D_{ц}$ [4].

Тогда выражение (2) примет вид:

$$\alpha_{т} = \frac{D_{э} + D_{н}}{D_{э} + D_{р} + D_{н}} = \frac{D_{э} + D_{н}}{D_{ц}} \quad (4)$$



где $D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}$ – число дней нахождения автомобиля в технически исправном состоянии за цикл.

В большинстве литературных источников как один из показателей эффективности эксплуатации парка рассматривается соотношение $\alpha_{\text{В}}$ к $\alpha_{\text{Т}}$:

$$\frac{\alpha_{\text{В}}}{\alpha_{\text{Т}}} = \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Ц}}-D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = 1 - \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = 1 - \alpha_{\text{Н}} \quad (5)$$

Из выражения (5) можно сделать вывод, что отношение $\alpha_{\text{В}}$ к $\alpha_{\text{Т}}$ находится в прямой связи с коэффициентом нерабочих дней $\alpha_{\text{Н}}$. А выражение для определения коэффициента выпуска имеет вид:

$$\alpha_{\text{В}} = \alpha_{\text{Т}}(1 - \alpha_{\text{Н}}) \quad (6)$$

В нашем же случае это отношение $\alpha_{\text{В}}$ к $\alpha_{\text{Т}}$ будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha_{\text{В}}}{\alpha_{\text{Т}}} &= \frac{\frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}}}{\frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}}} = \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} \times \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}} = \\ &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}} \quad (7) \end{aligned}$$

Если поменять в формуле (7) числитель и знаменатель местами, то получим более удобное для анализа выражение:

$$\frac{\alpha_{\text{Т}}}{\alpha_{\text{В}}} = \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}} = 1 + \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}} \quad (8)$$

Исходя из формул (1) и (3), получаем:

$$\frac{\alpha_{\text{Н}}}{\alpha_{\text{В}}} = \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} \cdot \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}},$$

Тогда выражение (8) примет вид:

$$\frac{\alpha_{\text{Т}}}{\alpha_{\text{В}}} = 1 + \frac{\alpha_{\text{Н}}}{\alpha_{\text{В}}} \quad (9)$$

В результате преобразования выражения (9) получаем окончательный вид выражения для определения связи основных коэффициентов, характеризующих эффективность эксплуатации автомобилей и парков:

$$\alpha_{\text{Т}} = \alpha_{\text{В}} + \alpha_{\text{Н}} \quad (10)$$

$$\alpha_{\text{В}} = \alpha_{\text{Т}} - \alpha_{\text{Н}} \quad (11)$$

Для проверки правильности формулы (10) подставим в неё значения коэффициентов (1), (3), (4):

$$\frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Ц}}} + \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} \quad (12)$$

Выражение (12) подтверждает правильность проведённого теоретического анализа связи основных показателей эффективности эксплуатации автомобилей и парков между собой.

Экспериментальная часть

Теперь необходимо проверить на практике полученные результаты. Для этого решим задачу по определению эффективности эксплуатации авто-

мобиля и парка автомобилей в течение календарного года двумя способами: классическим и с помощью выведенных выражений.

Задача 1. Грузовой автомобиль КамАЗ-4308 в течение календарного года ($D_{\text{Ц}} = 365$ дн.) осуществлял транспортную работу. При пятидневной рабочей неделе количество нерабочих дней за год составило $D_{\text{Н}} = 118$ дней, при этом в ТО и ремонте автомобиль простоял $D_{\text{Р}} = 25$ дней. Определить значения коэффициентов выпуска, технической готовности и нерабочих дней.

Классическое решение:

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{В}} &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Ц}}-D_{\text{Р}}-D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{365-25-118}{365} = \frac{222}{365} = 0,608; \\ \alpha_{\text{Т}} &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}} = \frac{222}{222+25} = 0,899; \\ \alpha_{\text{Н}} &= \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{118}{365} = 0,323; \end{aligned}$$

Предлагаемый вариант решения:

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{В}} &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Ц}}-D_{\text{Р}}-D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{365-25-118}{365} = \frac{222}{365} = 0,608; \\ \alpha_{\text{Т}} &= \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{222+118}{365} = 0,932; \\ \alpha_{\text{Н}} &= \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{118}{365} = 0,323; \end{aligned}$$

По результатам расчёта коэффициента технической готовности видно, что учёт нерабочих дней повышает значение коэффициента технической готовности, так как постановка автомобилей на хранение и простой их в ожидании транспортной работы допускается только в технически исправном состоянии.

Задача 2. Грузовой автомобиль КамАЗ-4308 в течение календарного года ($D_{\text{Ц}} = 365$ дн.) осуществлял транспортную работу. При шестидневной рабочей неделе количество нерабочих дней за год составило $D_{\text{Н}} = 65$ дней, при этом в ТО и ремонте автомобиль простоял $D_{\text{Р}} = 50$ дней. Определить значения коэффициентов выпуска, технической готовности и нерабочих дней.

Классическое решение:

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{В}} &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Ц}}-D_{\text{Р}}-D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{365-50-65}{365} = \frac{250}{365} = 0,685; \\ \alpha_{\text{Т}} &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}} = \frac{250}{250+50} = 0,833; \\ \alpha_{\text{Н}} &= \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{65}{365} = 0,178; \end{aligned}$$

Предлагаемый вариант решения:

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{В}} &= \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Э}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{D_{\text{Ц}}-D_{\text{Р}}-D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{365-50-65}{365} = \frac{250}{365} = 0,685 \\ \alpha_{\text{Т}} &= \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Э}}+D_{\text{Р}}+D_{\text{Н}}} = \frac{D_{\text{Э}}+D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{250+65}{365} = 0,863; \\ \alpha_{\text{Н}} &= \frac{D_{\text{Н}}}{D_{\text{Ц}}} = \frac{65}{365} = 0,178; \end{aligned}$$

Проверим значения основных показателей, исходя из выражений (6) и (11):

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{В}} &= \alpha_{\text{Т}}(1 - \alpha_{\text{Н}}) = 0,833(1 - 0,178) = 0,685; \quad \text{и} \\ \alpha_{\text{В}} &= \alpha_{\text{Т}} - \alpha_{\text{Н}} = 0,863 - 0,178 = 0,685. \end{aligned}$$

Выводы

В результате проведённого исследования установлена связь коэффициента технической готовности с эксплуатационным циклом, что позволяет сравнивать данный показатель с другими коэффи-



циентами на основе единой базы.

Исходя из проведенных расчетов, можно сделать вывод: применяя представленный вариант расчета коэффициента технической готовности, можно определять этот показатель, как и остальные, для всего эксплуатационного цикла без дополнительных вычислений. При этом стоит отметить, что результат вычисления имеет большее значение по сравнению с общепринятым вариантом расчета. Это объясняется тем, что дни простоя по организационным причинам подразумевают простой технически исправного подвижного состава.

Предлагаемый вид выражений для определения коэффициента технической готовности и для определения связи основных коэффициентов, характеризующих эффективность эксплуатации автомобилей и парков, облегчает их расчет и понимание взаимосвязи.

Применение предлагаемых выражений для определения значения коэффициента технической готовности и взаимосвязи основных показателей эффективности технической эксплуатации в практической деятельности позволит проще и быстрее выявлять «укрупненные» причины простоя подвижного состава и, соответственно, скорее устранять их.

Необходимо дальнейшее исследование выявленных взаимосвязей вышеуказанных показате-

лей с целью более глубокого анализа влияния на них состояния производственно-технической базы автотранспортных предприятий и уровня организации технической эксплуатации.

Список литературы

1. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие для ВУЗов / Масуев М.А. – Махачкала: Издано МФ МАДИ (ГТУ), 2002. – 238 с.
2. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта посредством совершенствования технического диагностирования / Колупаев С.В. и др. // Сборник: «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств» Материалы XIX Международной научно-практической конференции. – 2017. – с. 102-105.
3. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие для выполнения курсового проекта / Аникин Н.В. и др. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГТУ, 2012. – 115 с.
4. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам / Колотов А.С. и др. // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева". - 2011. с. 255-256.

TO THE QUESTION OF EXAMINING THE RELATIONSHIP OF THE COEFFICIENT OF TECHNICAL READINESS OF VEHICLES OPERATING CYCLE

Kiryushin Ilya N., candidate of technical Sciences, head of the Department "Cars and transport and technological means", Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University, aitts@rimsou.ru

Retyunskikh Vyacheslav N., docent, Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University, vnret@yandex.ru

The aim of the study is to bring all the vehicle (automobile) fleets operation efficiency to a single denominator that will allow evaluate and compare these indicators according the single database basis. The study object is the theoretical dependence and the generally accepted formula for determining the technical car readiness coefficient and its connection with other car efficiency technical operation indicators. The technical readiness coefficient connection of vehicles with a full service cycle is determined, all known ratios between the vehicle technical operation performance indicators are corrected, which characterize the operation intensity and the qualitative and quantitative indicators vehicle downtime is in repair. The calculation example of practical problems using the proposed formula, which proved the relationship between the classical and the proposed calculation options and allows you to determine the technical readiness coefficient value, is given. The proposed type of expressions for determining the technical readiness coefficient and for determining the main coefficients connection characterizing the vehicle (automobile) fleets operation efficiency facilitates their calculation and connection understanding.

Key words: *automobile transport, the vehicle (automobile) fleets operation efficiency, production coefficient, technical readiness coefficient, non-working days coefficient.*

Literatura

1. *Proektirovanie predpriyatij avtomobil'nogo transporta: uchebnoe posobie dlja VUZov / Masuev M.A. – Mahachkala: Izdano MF MAD I (GTU), 2002. – 238 s.*
2. *Povyshenie jeffektivnosti processa tehniczeskoj jekspluatacii podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta posredstvom sovershenstvovanija tehniczeskogo diagnostirovanija / Kolupaev S.V. i dr. // Sbornik: «Aktual'nye problemy jekspluatacii avtotransportnyh sredstv» Materialy HIX Mezhdunarodnoj nauchno-praktichzeskoj konferencii. – 2017. – s. 102-105.*
3. *Proektirovanie predpriyatij avtomobil'nogo transporta: uchebnoe posobie dlja vypolnenija kursovogo proekta / Anikin N.V. i dr. – Rjazan': Izd-vo FGBOU VPO RGATU, 2012. – 115 s.*
4. *Raschet kojefficienta tehniczeskoj gotovnosti s uchetom kolichestva dnej prostoja avtomobilej po organizacionnym prichinam / Kolotov A.S. i dr. // Sbornik nauchnyh rabot studentov Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostyjeva". - 2011. s. 255-256.*



УДК 629.113.004.53

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РУЛЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ МЕТОДОМ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

КОКОРЕВ Геннадий Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент каф. технической эксплуатации транспорта, kgd5408@rambler.ru

АФИНОГЕНОВ Игорь Александрович, аспирант каф. технической эксплуатации транспорта, nls.ryazan@rambler.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье рассмотрена методика оценки гидравлического рулевого усилителя с учетом тепловых потерь. Определена актуальность исследования эффективности гидравлического рулевого усилителя, как элемента рулевого механизма, влияющего на безопасность дорожного движения. Проведен теоретический и практический анализ рассматриваемой методики и ее преимущества перед другими. Рассмотрено математическое обоснование основных критериев и параметров гидравлического рулевого усилителя. Рассчитан коэффициент полезного действия гидравлического привода с учетом объемного коэффициента полезного действия насоса и суммарных потерь давления в гидроприводе. На основе проведенных расчетов определена зависимость количества выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Доказано, что максимальное выделение тепла гидравлического потока происходит при максимальных показателях момента сопротивления повороту управляемых колес и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Построен график зависимости количества выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе от частоты вращения коленчатого вала двигателя и момента сопротивления повороту управляемых колес. Рассмотрены физические свойства рабочей жидкости рулевого усилителя, влияющие на характер и скорость ее движения в гидроприводе, температуру и вязкость. Эффективность гидравлического рулевого усилителя представлена как отношение идеального теплового потока, выделяемого при работе в идеальных условиях, к тепловому потоку рассматриваемого гидравлического рулевого усилителя. Сделан положительный вывод о целесообразности применения данной теории для оценки эффективности гидравлического рулевого усилителя методом тепловых потерь. Рассмотренная методика может быть применена для оценки любых видов ГРУ и повышения эффективности их работы.

Ключевые слова: гидравлический рулевой усилитель, рулевое управление, гидравлическая система, тепловой поток, рабочая жидкость, коэффициент полезного действия, тепловой баланс.

Введение

Гидроусилитель рулевого управления (ГРУ) – неотъемлемая часть рулевого механизма практически каждого транспортного средства. Он предназначен для создания момента, вызывающего поворот управляемых колес при создании усилия на рулевом колесе и суммирующегося с моментом на рулевом колесе. Хорошее следящее действие, малое время срабатывания, наличие реактивного действия, включение усилителя при заданных параметрах, отсутствие самовыключения – лишь малая часть требований, предъявляемых к механизму. Все эти требования есть составляющие главного критерия ГРУ – эффективности его работы.

Оценка эффективности работы ГРУ позволяет более точно настроить рулевое управление автомобиля, что, безусловно, скажется на повышении безопасности дорожного движения.

Существует множество методик оценки эффек-

тивности ГРУ. В данной статье рассмотрим оценку эффективности ГРУ методом тепловых потерь. Данная методика заключается в определении тепловых характеристик ГРУ: количества выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе и температуры рабочей жидкости в зависимости от времени и режимов его работы.

Объекты и методы

Для обоснования данной методики необходимо определение функциональной зависимости температуры рабочей жидкости от времени работы ГРУ, коэффициента сцепления, коэффициента сопротивления качению, количества оборотов коленчатого вала. Рассмотрим эти положения на примере ГРУ автомобиля Урал 4320-0010-31 и проведенных с ним экспериментальных исследований.

Количество выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя и момента сопротивления повороту управляемых колес



определяется по формуле [1]:

$$Q_1 = p_n q \left(\frac{1}{\eta_{\text{общ}}} - 1 \right) \quad (1)$$

где Q_1 – количество тепла, выделяемое в гидравлической системе на выходе из насоса за 1 с, Вт;

p_n – давление в гидравлической системе на выходе из насоса, Па;

q – производительность насоса при давлении p_n , м³/с.

При условии слива всего объема рабочей жидкости, нагнетаемой насосом, в бачок масляного насоса количество выделяемого тепла определяется по формуле [2]:

$$Q_2 = \frac{p_n q}{\eta_{\text{общ}}} \quad (2)$$

Общий коэффициент полезного действия гидравлического привода находится [1,3,4] по формуле:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_o * \eta_m * \eta_r \quad (3)$$

где η_o – объемный коэффициент полезного действия гидравлического привода;

η_m – механический коэффициент полезного действия гидравлического привода;

η_r – гидравлический коэффициент полезного действия гидравлического привода,

$$\eta_o = \eta_{o,n} \eta_{o,c} \quad (4)$$

где $\eta_{o,n}$ – объемный коэффициент полезного действия насоса;

$\eta_{o,c}$ – объемный коэффициент полезного действия силового цилиндра,

$$\eta_r = \frac{p_n}{p_c} \quad (5)$$

где p_n – давление насоса гидравлического рулевого усилителя, Па;

$$p_n = p_c + \sum \Delta p, \quad (6)$$

где $\sum \Delta p$ – суммарные потери давления в гидроприводе, Па.

Экспериментальная часть

Наиболее тяжелым режимом работы ГРУ, при максимальном коэффициенте сопротивления качению и повороту управляемых колес, является движение по песку. В качестве обоснования расчета эффективности ГРУ методом тепловых потерь рассмотрим движение в этом режиме. Результаты полученных расчетов представлены в таблице.

Таблица – Результаты расчета количества выделяемого тепла при движении автомобиля по песку

n_e , об/мин	1000	1400	1800	2000	2100
n , об/мин	1500	2100	2700	3000	3150
ω_n , рад/с	157	219,8	282,6	314	329,7
q , м ³ /с 10^{-4}	2,61	3,66	4,7	5,23	5,48
p , МПа	0,8	1,0	1,3	1,7	2,8
Q , Вт	127	223	372	542	935
V , км/ч	2,3	4,2	11,1	12,1	18,3

Для наглядности результатов полученного расчета зависимость количества выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе от частоты вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля по песку представим в виде графика на рисунке 1.

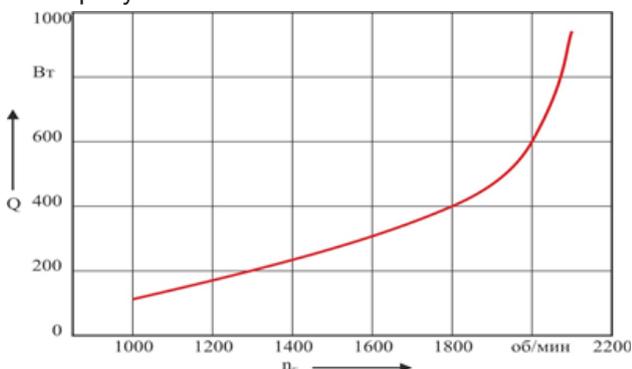


Рис. 1 – Зависимость количества выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе от частоты вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля по песку

Синтезируем представленную зависимость с

моментом сопротивления повороту управляемых колес и также представим результат в виде графика на рисунке 2.

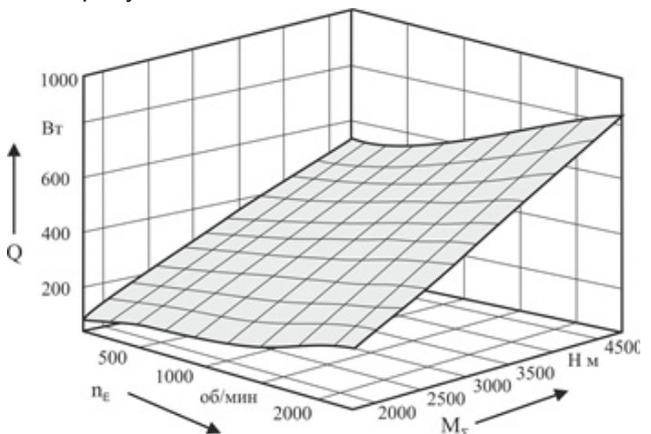


Рис. 2 – Зависимость количества выделяемого тепла в гидравлическом рулевом усилителе от частоты вращения коленчатого вала двигателя и момента сопротивления повороту управляемых колес (при движении автомобиля по песку)

Из графиков (рисунки 1, 2) видно, что наибо-



лее интенсивный нагрев жидкости происходит при максимальном моменте сопротивления повороту управляемых колес и максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Определим температуру рабочей жидкости в гидравлическом рулевом усилителе в зависимости от времени и режимов его работы.

Тепловая энергия, выделяющаяся в процессе работы гидропривода, идет на нагрев масла, а также рассеивается в окружающее пространство путем теплопередачи от поверхности насоса, гидроцилиндра и трубопроводов (в стенках с периодическими циклами теплоотдача через гидроцилиндры и трубопроводы незначительна и может не учитываться).

При достижении установившейся температуры масла все выделяемое тепло рассеивается в окружающее пространство.

Уравнение теплового баланса гидропривода имеет вид [2,5,6]:

$$Qdt = (C_m m_{ж} + C_{m1} m_{гн})dt + KF_{гн}dt \left(\frac{dt}{2} + T_1 - T_0 \right) \quad (7)$$

где Q – количество тепла, выделяемого в гидравлическую систему, Вт;

dt – приращение температуры масла за время dt, °C;

T₁ – температура масла к началу рассматриваемого бесконечно малого промежутка времени, °C;

T₀ – начальная температура рабочей жидкости, °C;

K – коэффициент теплоотдачи окружающему воздуху, Вт/м²*°C;

F_{гн} – площадь поверхности гидравлического привода, м²;

C_m – теплоемкость масла, Дж/кг град;

C_{m1} – теплоемкость металла, Дж/кг град;

m_{гн} – масса гидравлического привода, кг;

m_ж – масса рабочей жидкости, кг;

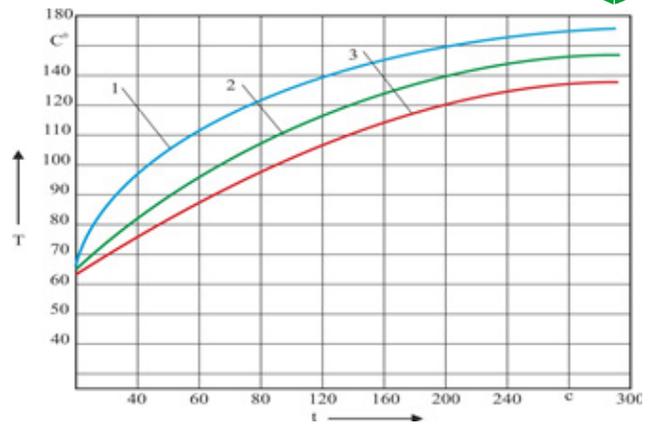
t – время работы гидропривода, с.

Из уравнения (7) при условии непрерывной работы гидропривода в течении времени t можно получить зависимость для определения температуры рабочей жидкости в гидравлическом рулевом усилителе [7,8]:

$$T = T_0 + (T_{нач} + T_0) e^{\frac{-KF_{гн}}{C_m m_{ж} + C_{m1} m_{гн}} * t} + \frac{Q}{KF_{гн}} * \left(1 - e^{\frac{-KF_{гн}}{C_m m_{ж} + C_{m1} m_{гн}} * t} \right) \quad (8)$$

где T₀ – температура окружающего воздуха, °C;
T_{нач} – начальная температура рабочей жидкости, °C.

Представим полученные расчеты в виде графика изменения температуры рабочей жидкости гидравлического рулевого усилителя в зависимости от времени и режимов его работы (поворот на песке, асфальте, грунте) (рис. 3).



1 – поворот на песке, 2 – поворот на асфальте, 3 – поворот на грунте

Рис. 3 – Зависимость изменения температуры рабочей жидкости гидравлического рулевого усилителя от времени и режимов его работы

Коэффициент теплопередачи от гидропривода к воздуху определяется [9]:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (9)$$

где α₁ – коэффициент теплоотдачи от рабочей жидкости к стенке гидропривода;

α₂ – коэффициент теплоотдачи от стенки гидропривода к воздуху;

δ_c – толщина стенки гидропривода, м;

λ_c – коэффициент теплопроводности стенки гидропривода.

Коэффициенты α₁ и α₂ зависят от сорта рабочей жидкости, характера и скорости движения ее в гидроприводе, а также от температуры рабочей жидкости, стенок гидропривода и окружающего гидропривод воздуха.

Коэффициент λ_c изменяется в зависимости от температуры стенок гидропривода.

Для практических расчетов гидравлических приводов автомобилей с достаточной степенью точности принимают K= 17,5 Вт/м²*°C [10].

Определим эффективность работы гидравлического рулевого усилителя.

Эффективностью гидравлического рулевого усилителя Э_{гур} назовем отношение идеального теплового потока Q_{ид}, который выделяется при работе гидравлического рулевого усилителя в идеальных условиях, к тепловому потоку Q рассматриваемого гидравлического рулевого усилителя [11].

$$\mathcal{E}_{гур} = \frac{Q}{Q_{ид}} \quad (10)$$

Идеальными условиями для работы следует считать работу гидравлического рулевого усилителя при:

- минимальном давлении рабочей жидкости, p= 1 Мпа;
- минимальной производительности насоса,



$q = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$;

– максимальном коэффициенте полезного действия, $\eta_{\text{общ}} = 1$.

Наибольший показатель эффективности гидроусилителя рулевого управления достигается при повороте автомобиля на грунте, а наименьший показатель эффективности достигается при повороте автомобиля на песке.

Заключение

Настройка рулевого управления – один из важнейших элементов подготовки транспортного средства к эксплуатации. Оценка эффективности работы гидравлического рулевого усилителя – неотъемлемая составляющая данной процедуры. Различные конструктивные особенности ГРУ и технические требования усложняют математическое обоснование и оценку их работы. Предложенная в статье методика предоставляет возможность упростить процесс настройки рулевого управления и требуемых параметров.

Рассмотрев теоретическую часть представленной методики и обосновав необходимыми расчетами и графиками, мы подтвердили ее способность к оценке эффективности гидравлического рулевого усилителя методом тепловых потерь.

Рассмотренная методика может быть применена для оценки любых видов ГРУ и повышения эффективности их работы.

Список литературы

1. Коваль, П.В. Гидравлика и гидропривод горных машин [текст]. / П. В. Коваль. - М.: Машиностроение, 1979. - 320 с. - Библиогр.: с. 317-319.
2. Брон, Л.С. Гидравлический привод агрегат-

ных станков и автоматических линий [текст]. / Л. С. Брон, Ж.Э.Тартаковский. - М.: Машиностроение, 1974. - 327 с. - Библиогр.: с. 326.

3. Башта, Т.М. Машиностроительная гидравлика [текст]. / Т.М. Башта. - М.: Машиностроение, 1971. - 671 с. - Библиогр.: с. 666-669.

4. Емцев, Б.Т. Гидравлика: Техническая гидромеханика, [текст]. / Б.Т.Емцев. - М.: Машиностроение, 1987. - 543 с. - Библиогр.: с. 537-540.

5. Гамынин, Н.С. Гидравлический следящий привод [текст]. / Н.С. Гамынин, В.А.Лещенко. - М.: Машиностроение, 1968. - 564 с. - Библиогр.: с. 560-562.

6. Гамынин, Н.С. Гидравлический привод систем управления [текст]. / Н.С. Гамынин. - М.: Машиностроение, 1972. - 576 с. - Библиогр.: с. 571-574.

7. Фезандье, Ж.С. Гидравлические механизмы [текст]. / Ж.С.Фезандье. - М.: Оборонгиз, 1960. - 192 с. - Библиогр.: с. 189-190.

8. Льюис, Э.М. Гидравлические системы управления [текст]. / Э.М., Льюис. - М.: Мир, 1966. - 408 с. - Библиогр.: с. 400-404.

9. Башта, Т.М. Расчеты и конструкции самолетных гидравлических устройств [текст]. / Т.М. Башта. - М.: Оборонгиз, 1961. - 606 с. - Библиогр.: с. 600-604.

10. Савин, И.Ф. Основы гидравлики и гидропривод [текст]. / И. Ф. Савин, П.В.Сафонов. - М.: Высшая школа, 1978. - 222 с. - Библиогр.: с. 318.

11. Бурков, В.В. Автотракторные радиаторы [текст]. / В. В. Бурков, А.И.Индеев. - Л.: Машиностроение, 1978. - 216 с. - Библиогр.: с. 214-215.

STEERING AMPLIFIERS, THEIR CLASSIFICATION AND ROLE IN THE VEHICLE CONTROL SYSTEM

Kokorev Gennady D., dr.tech.sci., assistant professor, kgd5408@rambler.ru

Afinogenov Igor A., graduate student, nls.ryazan@rambler.ru

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

The article presents the method of estimation of hydraulic power steering by the method of thermal losses. The relevance of the study of the effectiveness of a hydraulic power steering as an element of the steering mechanism affecting road safety has been determined. The theoretical and practical analysis of the considered technique is carried out. The mathematical substantiation of the main criteria and parameters of the hydraulic power steering is considered. The efficiency of the hydraulic drive is calculated, taking into account the volumetric efficiency of the pump and the total pressure loss in the hydraulic drive. Based on the calculations, the dependence of the amount of heat released in the hydraulic steering amplifier on the engine speed is determined. It is proved that the maximum heat release of the hydraulic flow occurs at maximum rates of resistance to rotation of the steered wheels and engine crankshaft speed. A graph has been plotted against the rotational speed of the engine crankshaft and the resistance to rotation of the steering wheels. The physical properties of the power steering fluid, affecting the nature and speed of its movement in the hydraulic drive; temperature and viscosity have been considered. The effectiveness of the hydraulic power steering is presented as the ratio of the ideal heat flux emitted when operating under ideal conditions to the heat flux of the considered hydraulic power steering. A positive conclusion is made about the expediency of the application of this theory to evaluate the effectiveness of the hydraulic steering amplifier by the method of heat losses. The considered technique can be applied to evaluate any types of GSG and improve their performance.

Key words: hydraulic power steering, steering, hydraulic system, efficiency of hydraulic steering amplifier, heat flow, fluid efficiency, heat balance of hydraulic flow

Literatura

1. Koval', P.V. Gidravlika i gidroprivod gornyh mashin [tekst]. / P. V. Koval'. - M.: Mashinostroenie, 1979. - 320 s. - Bibliogr.: s. 317-319.

2. Bron, L.S. Gidravlicheskiy privod agregatnykh stankov i avtomaticheskikh liniy [tekst]. / L. S. Bron, Zh.JE. Tartakovskiy. - M.: Mashinostroenie, 1974. - 327 s. - Bibliogr.: s. 326.



3. Bashta, T.M. Mashinostroitel'naja gidravlika [tekst]/ T.M. Bashta.- M.: Mashinostroenie, 1971. - 671 s.- Bibliogr.: s. 666-669.
4. Emcev, B.T. Gidravlika: Tehnicheskaja gidromehanika, [tekst]/ B.T.Emcev. - M.: Mashinostroenie, 1987. - 543 s.- Bibliogr.: s. 537-540.
5. Gamynin, N.S. Gidravlicheskiy sledjashhij privod [tekst]/ N.S. Gamynin, V.A.Leshhenko.- M.: Mashinostroenie, 1968. - 564 s.- Bibliogr.: s. 560-562.
6. Gamynin, N.S. Gidravlicheskiy privod sistem upravlenija [tekst]/ N.S. Gamynin.- M.: Mashinostroenie, 1972. - 576 s.- Bibliogr.: s. 571-574.
7. Fezand'e, ZH.S. Gidravlicheskie mehanizmy [tekst]/ ZH.S.Fezand'e.- M.: Oborongiz, 1960. - 192 s.- Bibliogr.: s. 189-190.
8. L'juis, JE.M. Gidravlicheskie sistemy upravlenija [tekst]/ JE.M., L'juis.- M.: Mir, 1966. - 408 s.- Bibliogr.: s. 400-404.
9. Bashta, T.M. Raschety i konstrukcii samoletnyh gidravlicheskih ustrojstv [tekst]/ T.M. Bashta.- M.: Oborongiz, 1961. - 606 s.- Bibliogr.: s. 600-604.
10. Savin, I.F. Osnovy gidravliki i gidroprivod [tekst]/ I. F. Savin, P.V.Safonov.- M.: Vysshaja shkola, 1978. - 222 s.- Bibliogr.: s. 318.
11. Burkov, V.V. Avtotraktornye radiatory [tekst]/ V. V. Burkov, A.I.Indejkin.- L.: Mashinostroenie, 1978. - 216 s.- Bibliogr.: s. 214-215.



УДК 631.22.018

ПРОЦЕСС ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАБОЧИХ ТЕЛ В ПОСТРАБОЧЕЙ ЗОНЕ АКТИВАТОРА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

ЦЫМБАЛ Александр Андреевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, Российский государственный аграрный университет имени К.А. Тимирязева, tcimbalaa@yandex.ru

КОКОРЕВ Геннадий Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технической эксплуатации транспорта, kgd5408@rambler.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, заведующий кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, ivan.uspensckij@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

ЛИМАРЕНКО Николай Владимирович, ст. преподаватель кафедры электротехники и электроники, Донской государственный технический университет, limarenkodstu@yandex.ru

Рост уровня рационального использования отходов агропромышленного комплекса является важной задачей, решение которой невозможно без интенсификации процессов их утилизации. Особо актуальным является повышение уровня экологической безопасности и снижение удельной энергоёмкости операции обеззараживания жидкой фракции отходов животноводства. В работе рассмотрен подход к интенсификации данной операции за счёт использования активатора обеззараживания. Активатор обеззараживания представляет собой систему, реализующую комплексное физико-химическое воздействие рабочих тел и химического реагента на жидкую фракцию отходов во вращающемся переменном электромагнитном поле. Важным фактором, тормозящим применение подобных систем при работе с жидкими средами, является неравномерное распределение рабочих тел в рабочей зоне и их частичный вынос за её пределы. Характер протекания данных процессов в существенной мере снижает качество функционирования системы и являются неприемлемым с точки зрения требований к качеству готового продукта. Целью исследования являлось создание математической модели, описывающей траекторию движения рабочих тел в пострабочей зоне активатора и позволяющей определить место начала заборного окна. Рассмотрен комплекс сил, действующих на рабочее тело в пострабочей зоне активатора обеззараживания при его работе с жидкими средами. Методологический инструментарий исследования включает метод кинестатики, принцип Даламбера, задачу Коши. На основании проведенного исследования динамики процесса перемещения рабочих тел в пострабочей зоне активатора можно сделать следующие выводы: часть рабочих тел, унесённая потоком жидкости из рабочей в пострабочую зону, продолжает совершать вращательно-поступательное движение; траектория движения рабочих тел в пострабочей зоне описывается системой дифференциальных уравнений; результаты теоретического исследования



позволяют определить место начала заборного окна в пострабочей зоне активатора.

Ключевые слова: обеззараживание, активатор, пострабочая зона активатора, рабочие тела, процесс перемещения рабочих тел в пострабочей зоне активатора.

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности страны напрямую связано с развитием сельского хозяйства, индустриальный подход к которому приводит к образованию большого количества отходов, безопасная утилизация которых невозможна без комплекса мероприятий по их обеззараживанию. По данным Росстата и Всемирной организации здравоохранения отходы сельского хозяйства, в частности, животноводства в 80% случаев являются причиной загрязнения окружающей среды и препятствуют развитию средств рационального природопользования экосистемами.

Применяемые сегодня подходы к утилизации отходов животноводства, в частности их жидкой фракции, являются достаточно энергоёмкими, длительными с точки зрения протекающих процессов и требуют повышения экологической безопасности [1-5], что делает несомненно важным моментом их интенсификацию.

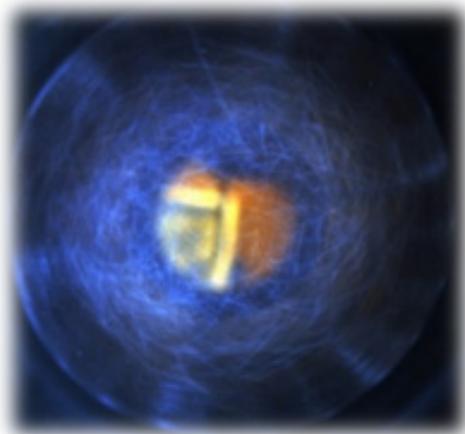
Перспективными средствами с точки зрения экологической и энергетической эффективности являются системы интенсификации процессов, называемые аппаратами вихревого слоя, установками активации процессов, электромеханическими активаторами и т.д. [6-8]. Природа эффектов, реализуемых данными системами, сводится

к воздействию на технологический материал ферромагнитными частицами, перемещающимися во вращающемся переменном электромагнитном поле. Данное воздействие позволяет существенным образом интенсифицировать ряд тепло-массообменных процессов [9-11]. Одной из основных операций утилизационного цикла жидкой фракции отходов животноводческих предприятий является интенсификация их обеззараживания и повышение экологической безопасности, что является важными народнохозяйственными задачами.

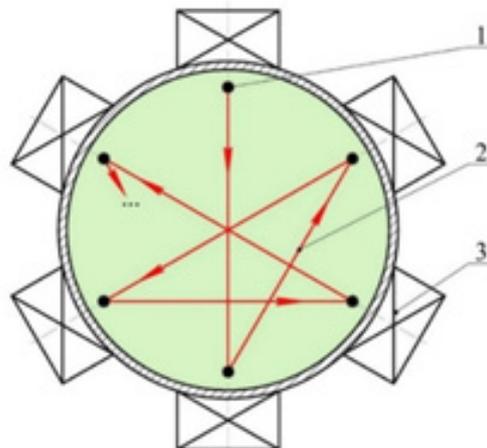
Как показал анализ информационных источников и результаты предварительных исследований [12, 13], рабочие тела оказывают существенное влияние на качество функционирования активатора, однако при его работе с жидкими средами существует проблема их неравномерного распределения в рабочей зоне и выноса в пострабочую зону, что приводит к повышению удельной энергоёмкости и является неприемлемым с точки зрения требований к готовому продукту.

Всё пространство активатора обеззараживания можно условно разделить на три зоны: предрабочую, рабочую и пострабочую.

Под воздействием электромагнитного поля рабочие тела совершают сложное движение в радиальной плоскости активатора (рис. 1).



а)



б)

1 – рабочие тела; 2 – траектория движения рабочих тел; 3 – полюса индуктора активатора

Рис. 1 – Движение рабочих тел в радиальной плоскости под воздействием электромагнитного поля (а), траектория движения

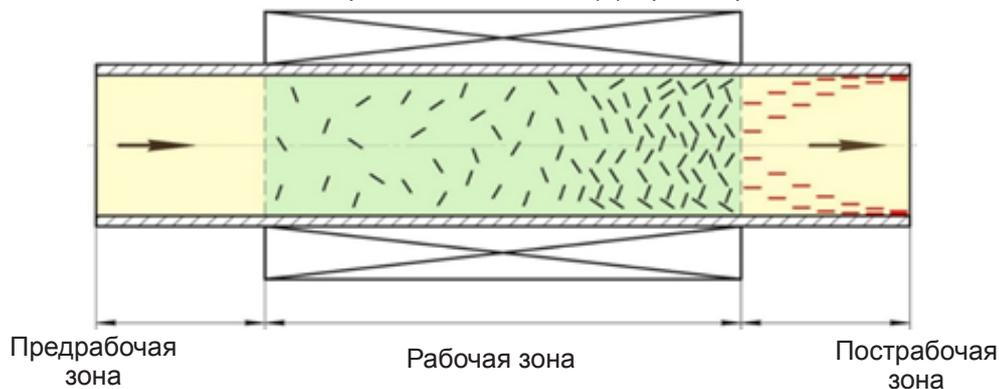


Рис. 2 – Схема распределения рабочих тел в активаторе



Под воздействием комплекса сил, обусловленных электромагнитным и центробежным полями, а также воздействием потока обрабатываемой жидкости и других сил, рабочие тела совершают сложное вращательно-поступательное движение относительно продольной оси активатора. Рабочие тела смещаются в рабочей зоне активатора к его выходу, а часть из них выносятся вместе с потоком жидкости за пределы рабочей зоны активатора в пострабочую зону. Графическое изображение ситуации представлено на рисунке 2.

В результате этого возникает неравномерное заполнение рабочей зоны рабочими телами, а часть из них выносятся за пределы активатора, что приводит к постепенному сокращению их количества. Оба события приводят к существенному снижению эффективности обеззараживания в нём, а вынос рабочих тел за пределы активатора является недопустимым с точки зрения требований, предъявляемых к качеству готового продукта. Эта проблема в значительной мере ограничивает область применения данных устройств. Соответственно, создание систем удержания рабочих тел в активаторе является актуальной задачей.

Цель исследования – создание математической модели, описывающей траекторию движения рабочих тел в пострабочей зоне активатора, позволяющей определить место начала заборного окна.

Обзор литературы

При моделировании динамики процесса перемещения стоков и рабочих тел в пострабочей зоне активатора необходимо рассматривать систему: активатор - поток стоков - рабочие тела. При этом приняты следующие допущения: рабочее тело необходимо рассматривать как твёрдую частицу, обладающую массой и размерами, а стоки – как стационарный поток идеальной (то есть без внутреннего трения) несжимаемой жидкости [14, 15]. Общие закономерности движения частиц в центробежных полях рассмотрены в работах [16-18].

В общем случае под системой отсчёта понимается совокупность тела отсчёта, системы координат, жёстко связанной с ним, и система отсчёта времени. В нашем случае в качестве тела отсчёта принят активатор и жёстко связанная с ним декартова трёхмерная система координат. При этом приняты допущения, что рассматриваемое пространство однородно и изотропно.

Под однородностью пространства понимается тождественность всех точек в нём, то есть во всех точках активатора законы физики действуют абсолютно идентично. Благодаря этому начало отсчёта может быть размещено в любой удобной точке рассматриваемого пространства. И если в процессе исследования потребуется повернуть сетку координат вокруг начальной точки, то другие параметры задачи не изменятся.

Под изотропностью пространства понимается, что все направления, которые начинаются от этой точки, имеют абсолютно тождественные свойства. Движение материальной точки M будем рассматривать по отношению к неподвижной системе отсчёта – прямоугольной системе декартовых осей

координат O_{xyz} .

В качестве начала отсчёта выберем точку на пересечении радиальной плоскости, проведённой через начало пострабочей зоны и центральной продольной оси пострабочей зоны активатора.

При этом:

– ось X расположена на радиальной плоскости, проведённой через начало пострабочей зоны и направлена вертикально вверх;

– ось Y расположена на этой же плоскости и направлена горизонтально;

– ось Z расположена на центральной продольной оси пострабочей зоны активатора и направлена вдоль направления движения потока.

На твёрдую частицу во вращающемся потоке жидкости, согласно [14-18], действуют следующие силы: давления потока жидкости; тяжести частицы; центробежная; Архимеда.

Рассмотрим подробно перечисленные силы, схема которых представлена на рисунке 3.

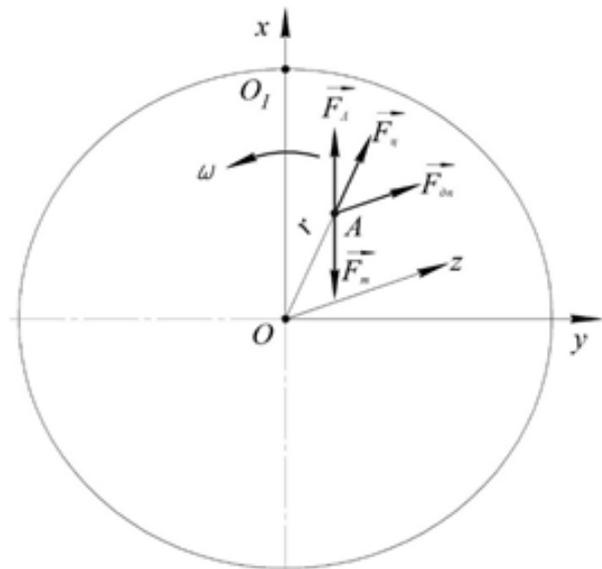


Рис.3 – Схема сил, действующих на частицу в пострабочей зоне активатора

Сила давления потока \vec{F}_{dp} (рис. 3), обусловле

на воздействием вращающегося потока жидкости на материальную частицу.

Сила тяжести \vec{F}_{gn} (рис. 3), действующая на материальную частицу, представляет собой геометрическую сумму силы притяжения Земли и центробежной (переносной) силы инерции и направлена вертикально вниз. Численное значение силы тяжести в Н определяется по формуле:

$$\vec{F}_m = m_{\text{ч}} \cdot \vec{g}, \quad (1)$$

где $m_{\text{ч}}$ – масса тела, кг;

\vec{g} – ускорение свободного падения, кг·м/с².

Сила центробежная \vec{F}_y (рис. 3), действующая на частицу, возникает при её вращательном дви-



жении в радиальной плоскости потока жидкости и направлена вдоль радиуса от оси вращения.

Численное значение силы центробежной в H определяется по формуле:

$$\vec{F}_c = m_c \frac{\vec{v}_{c\tau}^2}{R}, \quad (2)$$

где m_c – масса частицы, кг;

$\vec{v}_{c\tau}$ – тангенциальная составляющая линейной скорости частицы (потока), м/с;

R_c – мгновенный радиус вращения частицы, м.

Тангенциальная составляющая линейной скорости частицы:

$$\vec{v}_{c\tau} = \omega_c \cdot R_c, \quad (3)$$

где ω_c – угловая скорость частицы, рад/с.

То есть $\vec{F}_c = m_c \omega_c^2 R$.

Угловая скорость частицы

$$\omega_c = \frac{2\pi}{T}, \quad (4)$$

где T – период оборота частицы вокруг продольной оси рабочей камеры активатора, с.

Сила Архимеда \vec{F}_A (рис. 3), действующая на частицу, погружённую в жидкость, направлена вертикально вверх.

Численное значение в H определяется по формуле:

$$\vec{F}_A = \rho_c \cdot \vec{g} \cdot V_c, \quad (5)$$

где ρ_c – плотность жидкости, кг/м³;

V_c – объём частицы, погружённой в жидкость, м³.

Приняв во внимание, что

$$\rho_c \cdot V_c = m_{ж}, \quad (6)$$

где $m_{ж}$ – масса жидкости, вытесненной частицей, кг,

запишем уравнение (5) в следующем виде:

$$\vec{F}_A = m_{ж} \cdot \vec{g}. \quad (7)$$

Материалы и методы

После определения системы сил, действующих на свободную материальную частицу в потоке жидкости в пострабочей зоне активатора, необходимо определить траекторию движения этой частицы под действием рассмотренных сил, а это – вторая основная задача механики. При решении задач динамики используется метод кинестатики, в основу которого положен принцип Даламбера, согласно которому в каждый момент времени активные и реактивные силы, действующие на материальную точку, совместно с силой инерции точки образуют уравновешенную систему сил

$$\vec{F} + \vec{N} + \vec{\Phi} = 0, \quad (8)$$

где \vec{F} – вектор равнодействующей всех активных сил;

\vec{N} – вектор равнодействующей всех реактивных сил;

$\vec{\Phi}$ – вектор силы инерции частиц,

$$\vec{\Phi} = -m \cdot \vec{a}. \quad (9)$$

Запишем систему дифференциальных уравнений второго основного закона динамики для материальной частицы в векторной форме и проекциях на оси XYZ относительно принятой системы координат:

$$\begin{cases} m_c \cdot \ddot{x} = -m_c \cdot g + m_c \cdot \omega_c^2 \cdot x + m_{ж} \cdot g; \\ m_c \cdot \ddot{y} = m_c \cdot \omega_c^2 \cdot y; \\ m_c \cdot \ddot{z} = 0. \end{cases} \quad (10)$$

Добавив к (10) начальные условия, получим задачу Коши.

$$\begin{cases} t_0 = 0; \\ x_0 = 0, y_0 = 0, z_0 = 0; \\ \dot{x}_0 = 0, \dot{y}_0 = 0; \dot{z}_0 = v_n^{np}. \end{cases} \quad (11)$$

где v_n^{np} – продольная составляющая линейной

скорости частицы (потока), м/с.

Следует обратить внимание на то, что природа сил, действующих вдоль осей X и Y – идентична, но равнодействующая их вдоль оси X больше, чем вдоль оси Y. Поэтому наибольший интерес, с точки зрения нашей задачи, представляет перемещение частицы в плоскости XOZ. Схема сил, действующих на частицу А, представлена на рисунке 3, а система уравнений примет следующий вид:

$$\begin{cases} m_c \cdot \ddot{x} = -m_c \cdot g + m_c \cdot \omega_c^2 \cdot x + m_{ж} \cdot g; \\ m_c \cdot \ddot{z} = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Схема сил, действующих на частицу А, представлена на рисунке 3. Ввиду того, что в рассматриваемой системе в первом уравнении отсутствует z , а во втором – x , рассмотрим систему, как два независимых уравнения. Рассмотрим перемещения частицы вдоль оси X в самом начале пострабочей зоны активатора: когда рабочее тело расположено на цилиндрической поверхности пострабочей зоны активатора в точке O_1 , дальнейшее её перемещение вдоль оси X невозможно; когда рабочее тело расположено на центральной продольной оси активатора в точке О. Под действием суммарной силы \vec{F}_x рабочее тело перемещается вдоль оси X от исходного положения к цилиндрической поверхности пострабочей зоны.

Рассмотрим первое уравнение системы (12):

$$m_c \cdot \ddot{x} = -m_c \cdot g + m_c \cdot \omega_c^2 \cdot x + m_{ж} \cdot g. \quad (13)$$

Разделив все члены уравнения на m_c , получим:

$$\ddot{x} - \omega^2 x = g \left(\frac{m_{ж}}{m_c} - 1 \right). \quad (14)$$

Переходя к перемещениям, получим:



$$\frac{d^2x}{dt^2} - \omega^2 x = g \left(\frac{m_{жс}}{m_ч} - 1 \right). \quad (15)$$

Соответствующее (15) характеристическое уравнение имеет вид:

$$\lambda^2 - \omega^2 = 0. \quad (16)$$

Его корни всегда вещественные

$$\lambda_{1,2} = \pm \omega. \quad (17)$$

Общее решение соответствующего (15) однородного уравнения имеет вид

$$x = C_1 e^{-\omega t} + C_2 e^{\omega t}. \quad (18)$$

где C_1 и C_2 – произвольные константы, определяемые из начальных условий.

Ввиду того, что правая часть (15) является многочленом нулевой степени, частное решение неоднородного уравнения будем искать в виде константы подставим в (15) и найдем C :

$$-\omega^2 \cdot C = g \left(\frac{m_{жс}}{m_ч} - 1 \right) \quad (19)$$

или

$$C = \frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right).$$

Объединяя (18) и (19) получим общее решение неоднородного уравнения (15):

$$x = C_1 \cdot e^{-\omega t} + C_2 \cdot e^{\omega t} + \frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) \quad (20)$$

Произвольные константы найдем из начальных условий, соответствующих случаю наиболее длительного витания частицы в среде, т.е. $x|_{t=0} = 0$.

Откуда

$$C_1 + C_2 = -\frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right), \quad (21)$$

$$\frac{dx}{dt} \Big|_{t=0} = 0, \quad \text{откуда}$$

$$-\omega \cdot C_1 + \omega \cdot C_2 = 0. \quad (22)$$

Подставляя найденные константы в (15), получим окончательное уравнение перемещений вдоль оси X:

$$\begin{aligned} x &= -\frac{g}{2\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) (e^{-\omega t} + e^{\omega t}) + \frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) = \\ &= -\frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) \left(\frac{e^{-\omega t} + e^{\omega t}}{2} \right) + \frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) = \quad (23) \\ &= \frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) (1 - ch \omega t), \end{aligned}$$

где ch – гиперболического косинус.

При этом интересует время, за которое рабочее тело, находящееся в точке O , переместится в точку O_1 . Для этого, решив уравнение (23) относи-

тельно t , получим:

$$ch \omega t = 1 - \frac{\omega^2 \cdot x}{g \left(1 - \frac{\rho_{жс}}{\rho_ч} \right)}. \quad (24)$$

Откуда

$$t = \frac{1}{\omega} \operatorname{Arccch} \left(1 - \frac{\omega^2 \cdot x}{g \left(1 - \frac{\rho_{жс}}{\rho_ч} \right)} \right). \quad (25)$$

Подставив в уравнение (25) максимальное значение $x = R$ и другие исходные данные, решив его, получим t , с. Это время, за которое рабочее тело, расположенное на максимальном удалении от поверхности рабочей зоны активатора, переместится от центральной продольной оси к цилиндрической поверхности. Перемещение частицы вдоль оси Z обусловлено движением потока жидкости с его скоростью.

Перемещение частицы вдоль оси Z описывается уравнением:

$$m_ч \cdot \dot{z} = 0. \quad (26)$$

Добавив начальные условия к (24) и дважды проинтегрировав, получим окончательное уравнение перемещений вдоль оси Z :

$$z = V_{ном} \cdot t. \quad (27)$$

Результаты исследования

Объединив уравнения (23) и (27), получим систему уравнений, определяющих траектории движения рабочих тел в пострабочей зоне активатора

$$\begin{cases} x = \frac{g}{\omega^2} \left(1 - \frac{m_{жс}}{m_ч} \right) (1 - ch \omega t); \\ z = V_{ном} \cdot t. \end{cases} \quad (28)$$

Для обоснования параметров окна заборника рабочих тел в пострабочей зоне активатора с помощью полученной системы дифференциальных уравнений определим траекторию движения частицы в пострабочей зоне активатора.

Заключение

На основании проведенного теоретического исследования динамики процесса перемещения рабочих тел в пострабочей зоне активатора можно сделать следующие выводы:

- неравномерное заполнение рабочей зоны активатора рабочими телами существенно снижает эффективность обеззараживания и функционирования в целом;

- вынос рабочих тел за пределы рабочей зоны активатора недопустим с точки зрения требований к качеству готового продукта и существенным образом снижает надёжность функционирования системы;

- часть рабочих тел, унесённая потоком жид-



кости из рабочей в пострабочую зону активатора, продолжает совершать вращательно-поступательное движение;

– траектории движения рабочих тел в пострабочей зоне активатора описываются системой дифференциальных уравнений (28);

– результаты теоретического исследования позволяют определить место начала заборного окна в пострабочей зоне активатора, что снижает потери рабочих тел.

Развитие полученных результатов заключается в моделировании и визуализации динамики исследуемого процесса в системах автоматизированного проектирования с последующим созданием технических решений, предотвращающих вынос рабочих тел за пределы рабочей зоны активатора обеззараживания.

Список литературы

1. 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.

2. Бышов, Н.В. Устройство для утилизации незерновой части урожая / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, А.И. Мартышов, А.А. Качармин // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 2-3.

3. Бондаренко, А.М. Ресурсный потенциал региона на основе рециклинга органических отходов / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 4-1 (37). – С. 49-56.

4. Суржко, О.А. Ресурсосбережение и экологическая безопасность при утилизации отходов животноводческих хозяйств. О.А. Суржко. – Ростов-н/Д. – 2003. – 176 с.

5. Куденко, В.Б. Механизированный способ переработки отходов АПК с обеззараживанием на основе раствора с ацетатом натрия и углеродными нанотрубками / Б.С. Труфанов, А.В. Щегольков, В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4 (36). – С. 113-117.

6. Лимаренко, Н.В. Моделирование технологического процесса утилизации стоков животноводства / Н.В. Лимаренко // Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений 2017: сб. трудов междунар. науч. конф. – пос. Дивноморское, г. Геленджик, 4 – 11 сентября, 2017. – с. 158-166.

7. Лимаренко, Н.В. Создание экологически безопасной технологии утилизации стоков животноводства / Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров, Б.Г.

Шаповал // Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2017: сб. науч. тр. – Ростов на-Дону; Зерноград; п. Дивноморское, 11-15 сентября, 2017. – с. 175-179.

8. Месхи, Б.Ч. Создание математической модели для оценки энергоёмкости процесса обеззараживания стоков животноводства / Б.Ч. Месхи, Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров, Б.Г. Шаповал // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2017. – Т.18, №4. – с. 129-135.

9. Беззубцева, М.М. Механоактиваторы агропромышленного комплекса. Анализ, инновации, изобретения: монография / М.М. Беззубцева, В.С. Волков // – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2014. – 161 с.

10. Бахвалов, Ю.А. Синтез электромеханических активаторов с вихревым слоем с применением обратных задач / Ю.А. Бахвалов, Г.И. Володин, В.В. Горчаков // Математические методы в технике и технологиях. ММТТ. – Саратов, 2014. Т.7, ч.7. – С. 25-27.

11. Адошев, А.И. Ферровихревой аппарат для обеззараживания жидкого свиного навоза: дисс. канд. тех. наук: 05.20.02 / А.И. Адошев; СГАУ. – Ставрополь, 2011. – 190 с.

12. Лимаренко, Н.В. Исследование влияния запыленности рабочей зоны рабочими телами на качество функционирования индуктора / Н.В. Лимаренко [и др.] // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы 10-й междунар. науч.- практ. конф. в рамках 20-й междунар. агропром. выставки "Интерагромаш-2017", 1-3 марта 2017 г. – Ростов н/Д, 2017. – С. 622-626.

13. Лимаренко, Н.В. Экспериментальное исследование влияния массы рабочих тел на параметры, характеризующие качество функционирования индуктора / Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров, Ю.В. Панов, Б.Г. Шаповал // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2016. – Т.16, № 2. – с. 90-96.

14. Великанова, Ю.В. Гидромеханика многофазных сред: учеб. пособ. / Ю.В. Великанова. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. – 166 с.

15. Ужов, В.Н. Подготовка промышленных газов к очистке / В.Н. Ужов, А.Ю. Вальдберг. – М.: Химия, 1975. – 216 с.

16. Нигматулин, Р.И. Динамика многофазных сред: том 1 / Р.И. Нигматулин. – М.: Наука, 1987. – 464 с.

17. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики: уч. для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 400 с.

18. Волк, А.М. Анализ сил, действующих на твердую частицу в сплошном потоке / А.М. Волк, Е.В. Терешко // Труды БГТУ: Физико-математические науки и информатика. – 2015. – № 6С. – С. 10-14.

THE PROCESS OF MOVING OF WORKING BODIES IN THE AREA POTREBICA ACTIVATOR DISINFECTION

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



Kokorev Gennadii D., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Operation of Transport, kgd5408@rambler.ru

Uspenskiy Ivan A., Doctor of Technical Sciences, Professor, the Head of the Department of Technical Operation of Transport, ivan.uspensckij@yandex.ru

Yukhin Ivan A., Doctor of Technical Sciences, Professor, the Head of the Department of Automotive Engineering and Heat Power Engineering, ivan.uspensckij@yandex.ru

Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev

Limarenko Nikolay V., Senior Lecturer, Department of electrical Engineering and Electronics, Don state technical university, limarenkodstu@yandex.ru

The increase of the level of environmental management of agricultural waste is an important task, the solution of which is impossible without the intensification of the processes of their utilization. It is particularly important to increase the level of environmental safety and reduce the specific energy consumption of the operation of disinfection of the liquid fraction of livestock waste. The paper considers an approach to the intensification of this operation through the use of a decontamination activator. The decontamination activator is a system that implements a complex physical and chemical action of working bodies and chemical reagent in a rotating alternating electromagnetic field. An important factor hindering the use of such systems when working with liquid media is the uneven distribution of working bodies in the working area and their partial removal beyond it. These processes significantly reduce the quality of the system operation and are unacceptable from the point of view of the requirements for the quality of the finished product. The aim of this study was to create a mathematical model that describes the trajectory of the working bodies in the post-working zone of the activator and allows to determine the place of the beginning of the intake window. A complex of forces acting on the working body in the post-working zone of the disinfection activator during its work with liquid media is considered. Methodological instruments of the study includes the terms of kinetostatical, the principle of D'Alembert, Cauchy task. On the basis of the study of the dynamics of the process of moving of working bodies in the post-working area of activator you can make the following conclusions: a part of the working bodies, carried away by the flow of fluid from the working in post-working area continues to commit rotational-translational motion; the trajectory of movement of the working bodies in post-working area is described by a system of differential equations; the results of theoretical research allow to determine the start of the intake window in post-working area of the activator.

Key words: disinfection, activator, post-working area of the activator, the working body, the process of moving of working bodies in post-working area of the activator.

Literatura

1.Brjuhanov, A.JU. Problemy obespechenija jekologicheskoy bezopasnosti zhivotnovodstva i nailuchshie dostupnye metody ih reshenija / A.JU. Brjuhanov, JE.V. Vasil'ev, E.V. SHalavina // Regional'naja jekologija. – 2017. – № 1 (47). – S. 37-43.

2.Byshov, N.V. Ustrojstvo dlja utilizacii nezernovoj chasti urozhaja / I.JU. Bogdanchikov, N.V. Byshov, A.N. Bachurin, A.I. Martyshev, A.A. Kacharmin // Sel'skij mehanizator. – 2018. – № 2. – S. 2-3.

3.Bondarenko, A.M. Resursnyj potencial regiona na osnove reciklinga organicheskikh othodov / A.M. Bondarenko, L.S. Kachanova// Konkurentosposobnost' v global'nom mire: jekonomika, nauka, tehnologii. – 2017. – № 4-1 (37). – S. 49-56.

4.Surzhko, O.A. Resursosberezhenie i jekologicheskaja bezopasnost' pri utilizacii othodov zhivotnovodcheskih hozjajstv. O.A. Surzhko. – Rostov-n/D. – 2003. – 176 s.

5.Kudenko, V.B. Mehanizirovannyj sposob pererabotki othodov APK s obezrazhivaniem na osnove rastvora s acetatom natrija i uglerodnymi nanotrubkami / B.S. Trufanov, A.V. SHHegol'kov, V.D. Hmyrov, V.B. Kudenko // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2017. – № 4 (36). – S. 113-117.

6.Limarenko, N.V. Modelirovanie tehnologicheskogo processa utilizacii stokov zhivotnovodstva / N.V. Limarenko // Sovremennye problemy matematicheskogo modelirovanija, obrabotki izobrazhenij i paralel'nyh vychislenij 2017: sb. trudov mezhdunar. nauch. konf. – pos. Divnomorskoe, g. Gelendzhik, 4 – 11 sentjabrja, 2017. – s. 158-166.

7.Limarenko, N.V. Sozdanie jekologicheskoi bezopasnoj tehnologii utilizacii stokov zhivotnovodstva / N.V. Limarenko, V.P. ZHarov, B.G. SHapoval // Innovacionnye tehnologii v nauke i obrazovanii. ITNO-2017: sb. nauch. tr. – Rostov na-Donu; Zernograd; p. Divnomorskoe, 11-15 sentjabrja, 2017. – s. 175-179.

8.Meshi, B.CH. Sozdanie matematicheskoi modeli dlja ocenki jenergojmomkosti processa obezrazhivaniija stokov zhivotnovodstva / B.CH. Meshi, N.V. Limarenko, V.P. ZHarov, B.G. SHapoval // Vestnik Don. gos. tehn. un-ta. – 2017. – T.18, № 4. – s. 129-135.

9.Bezzubceva, M.M. Mehanoaktivatory agropromyshlennogo kompleksa. Analiz, innovacii, izobretenija: monografija / M.M. Bezzubceva, V.S. Volkov // – Sankt-Peterburg: SPbGAU, 2014. – 161 s.

10.Bahvalov, JU.A. Sintez jelektromehaniceskikh aktivatorov s vihrevym sloem s primeneniem obratnyh zadach / JU.A. Bahvalov, G.I. Volodin, V.V. Gorchakov // Matematicheskie metody v tehnike i tehnologijah. MMTT. – Saratov, 2014. T.7, ch.7. – S. 25-27.



11. Adoshev, A.I. *Ferrovihrevoj apparat dlja obezrazhivaniya zhidkogo svinogo navoza: diss. kand. teh. nauk: 05.20.02 / A.I. Adoshev; SGAU. — Stavropol', 2011. — 190 s.*
12. Limarenko, N.V. *Issledovanie vlijaniya zapolnennosti rabochej zony rabochimi telami na kachestvo funkcionirovaniya induktora / N. V. Limarenko [i dr.] // Sostojanie i perspektivy razvitija sel'skhozjajstvennogo mashinostroeniya: materialy 10-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v ramkah 20-j mezhdunar. agroprom. vystavki "Interagromash-2017", 1-3 marta 2017 g. — Rostov n/D, 2017. — S. 622-626.*
13. Limarenko, N.V. *JEksperimental'noe issledovanie vlijaniya massy rabochih tel na parametry, harakterizujushhie kachestvo funkcionirovaniya induktora / N.V. Limarenko, V.P. ZHarov, JU.V. Panov, B.G. SHapoval // Vestnik Don. gos. tehn. un-ta. — 2016. — T.16, № 2. — s. 90-96.*
14. Velikanova, JU.V. *Gidromehanika mnogofaznyh sred: ucheb. posob. / JU.V. Velikanova. — Samara: Samar. gos. tehn. un-t, 2009. — 166 s.*
15. Uzhov, V.N. *Podgotovka promyshlennyh gazov k ochistke / V.N. Uzhov, A.JU. Val'dberg. — M.: Himija, 1975. — 216 s.*
16. Nigmatulin, R. I. *Dinamika mnogofaznyh sred: tom 1 / R.I. Nigmatulin. — M.: Nauka, 1987. — 464 s.*
17. Vladimirov, B.C. *Uravnenija matematicheskoj fiziki: uch. dlja vuzov / V.S. Vladimirov, V.V. ZHarinov. — M.: FIZMATLIT, 2004. — 400 s.*
18. Volk, A.M. *Analiz sil, dejstvujushhij na tverduju chasticu v sploshnom potoke / A.M. Volk, E.V. Tereshko // Trudy BGTU: Fiziko-matematicheskie nauki i informatika. — 2015. — № 6S. — S. 10–14.*





ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

УДК 631.243.42

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ХРАНЕНИЮ КАРТОФЕЛЯ

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика», university@rgatu.ru

ВЛАДИМИРОВ Александр Федорович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Бизнес-информатика и прикладная математика», vlaf@inbox.ru

КОЛОШЕИН Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», dkoloshein@mail.ru

СИЗОВ Роман Игоревич, аспирант кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», sisim62@mail.ru

ВОЛКОВ Александр Иванович, аспирант кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», sisim62@mail.ru

КУЛЬКОВ Сергей Николаевич, аспирант кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», sisim62@mail.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Картофель является одной из главных сельскохозяйственных культур РФ. Производство картофеля связано с большими энерго- и трудозатратами. Сохранность картофеля в течение длительного периода представляет большие трудности ввиду того, что необходимо поддерживать в хранилище необходимый микроклимат. Для поддержания равномерного температурно-влажностного режима (микроклимата) создается система активной вентиляции картофелехранилища, состоящая из приточных шахт для забора наружного воздуха, воздухопроводов для забора внутреннего воздуха с клапанами, вентиляторов, магистральных и распределительных каналов различной формы (патенты на полезную модель №158787, №175783, №183361). Для того чтобы создать в насыпи картофеля определенный микроклимат, необходимо знать его параметры и способы его регулирования. Целью исследований явилось обоснование движения воздушного потока от вентиляторов через пористую часть насыпи картофеля. Было получено выражение, учитывающее местные потери давления на входе в насыпь, на выходе из насыпи, на трение в цилиндрических капиллярах, на прохождение через ячейки усложнённого капилляра насыпи. В целях уточнения параметров микроклимата насыпного слоя клубней были проведены исследования по распределению температуры в насыпи картофеля сорта «Удача» в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области, с использованием различных форм напольных воздухопроводов (патенты на полезную модель №158787, №175783, №183361). Средняя скорость воздушного потока в межклубневом пространстве во время проведения исследований составила 0,2 м/с. Исследование поля температур в насыпи картофеля, вентилируемой охлаждающим воздухом, дало возможность поделить насыпь картофеля на вентилируемые и невентилируемые участки. Результаты исследований выявили перспективу разработки алгоритма, позволяющего производить расчет распределения температуры, влажности и скорости воздуха в зоне чистой насыпи картофеля и в насыпи с посторонними примесями.

Ключевые слова: картофель, картофелехранилище, система вентиляции, движение воздуха, гидравлическое сопротивление насыпи клубней, коэффициент скважности.

Введение

В Российской Федерации картофель возделывают в различных почвенно-климатических зонах – от Камчатки до Калининграда. Рязанская область по почвенно-климатическим условиям является благоприятным регионом для выращивания картофеля. Наивысший сбор картофеля в Рязанской области составил 1750 тыс. тонн в 1975 году при посевной площади 158 тыс. га, больше на тот момент производила только Брянская область. В области на сегодняшнее время отмечается тенденция увеличения урожайности с 90 ц/га до 146 ц/га. Рязанская область является поставщиком продовольственного картофеля в крупные промышленные центры и на север РФ. Географическое положение и агроклиматические условия Рязанской области благоприятны для производства

картофеля, районированием картофеля занимаются практически все муниципальные образования (рисунки 1, 2).

Но на фоне высоких цифр по посевным площадям картофеля в Рязанской области, и в РФ в целом, сохраняется проблема неразвитости инфраструктуры для современного хранения картофеля.

Сохранность картофеля представляет значительные трудности, так как необходимо поддерживать специальные условия. При хранении картофеля в клубне продолжают сложные процессы жизнедеятельности. Наибольшее влияние на хранение картофеля оказывает качество сельскохозяйственной продукции, процесс дыхания и микроклимат насыпи. Чем интенсивнее происходит дыхание клубней, тем больше расходуется



питательных веществ и тем быстрее снижается качество хранимого картофеля. Для поддержания равномерного температурно-влажностного режима и для удаления продуктов жизнедеятельности

клубней (углекислый газ и избыточное тепло) создается система активной вентиляции картофелехранилища.

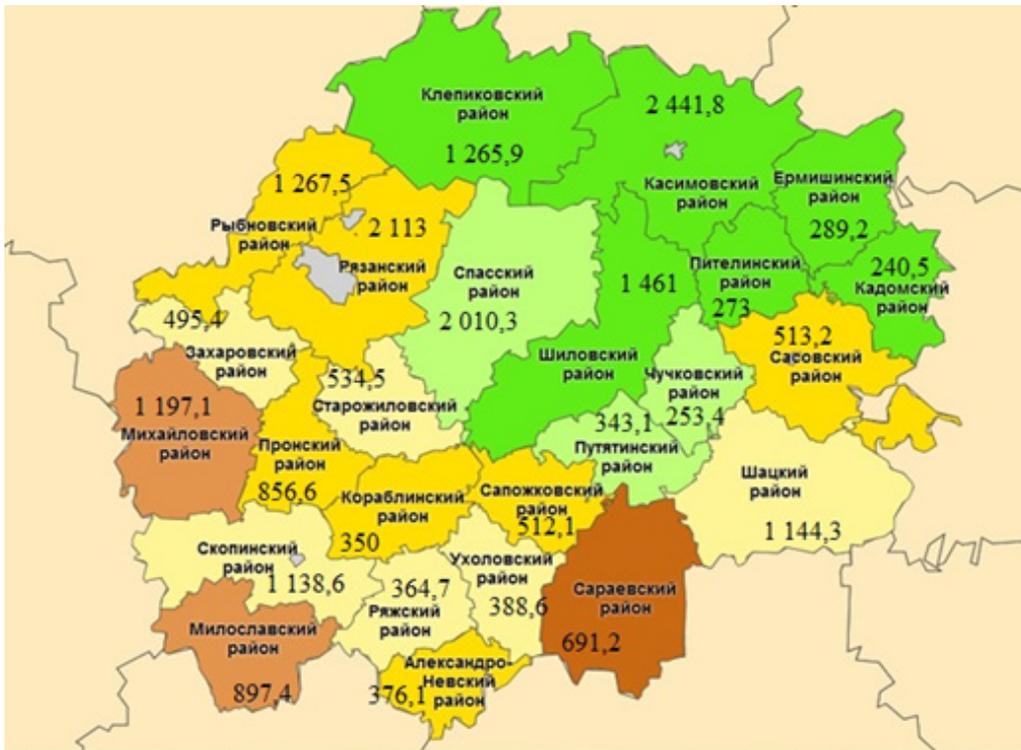


Рис. 1 – Посевные площади картофеля в 2017 гв Рязанской области, га



Рис. 2 – Динамика производства картофеля в Рязанской области по категориям хозяйств, тонн

Система вентиляции состоит из приточных шахт для забора наружного воздуха, воздухопроводов для забора внутреннего воздуха с клапанами, вентиляторами, магистральными и распределительными каналами [1-4].

Навалый способ хранения является самым распространенным в РФ. При навалом способе хранения картофель размещают на бетонированном полу хранилища сплошным слоем. Насыпь картофеля представляет собой изотропную пористую среду, что создает условия для формирования необходимого микроклимата по всему объему

насыпного слоя.

Для создания в насыпи определенного микроклимата необходимо знать, как изменяются параметры (температура, влажность, скорость потока) и как их можно регулировать [5]. Изменяемые параметры в насыпи картофеля обусловлены, с одной стороны, процессами жизнедеятельности клубней, а с другой стороны, теплофизическими свойствами всей насыпи. Основными показателями являются тепловыделение, теплоемкость, теплопроводность, рассеивание тепла и влаги из насыпи картофеля, обуславливаемые особен-



ностями клубней (величина пор и скважность) в совокупности с работой системы вентиляции. Среди перечисленных факторов необходимо выделить рассеивание тепла, так как оно имеет наибольшее значение для воздушной среды всей насыпи. В связи с этим при большой высоте насыпи картофеля возникают очень большие градиенты температуры. Изменить их можно, только увеличив воздухообмен. А он в свою очередь зависит от величины пор, скважности и скорости движения воздуха [6, 7, 8].

Экспериментальные исследования насыпи картофеля

Скважность – это объем пор в 1 м^3 штабеля картофеля. Она определяется величиной и формой отдельных экземпляров клубней и может колебаться в пределах от 30 до 50%. Коэффициент скважности насыпи позволяет проводить активное вентилирование насыпи сельскохозяйственной продукции. При этом на скважность влияет форма и размер клубня, усадка самой насыпи. Влияние этих структурных характеристик установлено для картофеля и зависит от климатических особенностей местности и сорта клубня. Поэтому нами было предложено при расчете работы системы вентиляции использовать структурные параметры, которые характерны для среднестатистических насыпей картофеля [5].

Вентилируемая снизу насыпь картофеля имеет форму прямоугольного параллелепипеда (или цилиндра) высотой H и площадью S горизонтального сечения. Картофель имеет усреднённые размеры d_1, d_2, d_3 , при этом $d_1 \geq d_2 \geq d_3$. Средний диаметр картофеля равен d , коэффициент пористости насыпи равен α . Снизу подаётся поток воздуха G (кг/с). Обозначив как ρ плотность воздуха и w_0 – среднюю по сечению скорость воздуха в капилляре, получим [5]:

$$G = \rho w_0 \cdot m \cdot \pi d_0^2 / 4, \quad (1)$$

где w – скорость воздуха перед насыпью и после насыпи картофеля (рис. 3) [9]. При этом $w = \alpha \cdot w_0$ или $w_0 = w/\alpha$.

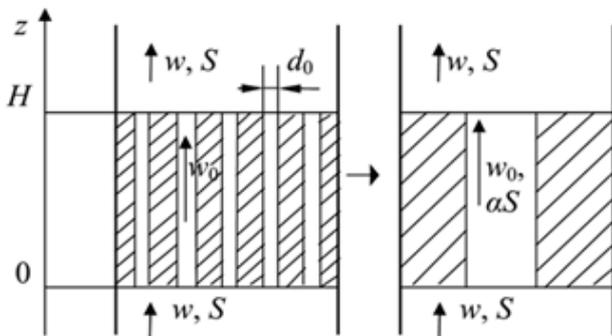


Рис. 3 – Модель пористой части насыпи картофеля

Левая часть схемы включает в себя модель цилиндрических капилляров для пор, правая часть показывает соединение капилляров в одну трубу с сечением αS .

Составим уравнение общих потерь давления

при работе системы вентиляции [5]:

$$(\Delta p) = (\Delta p)_{\text{ex.}} + (\Delta p)_{\text{вых.}} + (\Delta p)_{\text{мп.}} + (\Delta p)_{\text{яч.}} \cdot \frac{H}{d_3}, \quad (2)$$

где множитель H/d_3 учитывает количество последовательных ячеек в капилляре;

(Δp) – общие потери давления на вентиляционную систему;

$(\Delta p)_{\text{вх.}}$, $(\Delta p)_{\text{вых.}}$, $(\Delta p)_{\text{мп.}}$, $(\Delta p)_{\text{яч.}}$ – соответственно, потери давления на входе в насыпь, на выходе из насыпи, на трение в цилиндрических капиллярах, потери давления на ячейку усложненного капилляра.

Соответствующие коэффициенты ζ местных потерь будем находить отнесёнными к динамическому давлению $\rho w^2/2$ набегающего на насыпь картофеля потока.

$$(\Delta p)_{\text{мп.}} = \lambda \cdot \frac{H}{d_0} \cdot \frac{\rho w_0^2}{2} = \lambda \cdot \frac{H}{\alpha^2 d_0} \cdot \frac{\rho w^2}{2}, \quad (3)$$

где коэффициент трения трубы $\lambda = 64/\text{Re}$, а число Рейнольдса $\text{Re} = \rho \cdot w_0 \cdot d_0/\mu$.

По формуле Сазерленда [5], найдем коэффициент вязкости воздуха:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T}{273} \right)^{1,5} \frac{273 + 122}{T + 122}, \quad (4)$$

где T – абсолютная температура, $\mu_0 = 1,75 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с) при $T = 273$ К.

Таким образом, число Рейнольдса составит ≈ 1290 , что соответствует ламинарному потоку воздуха.

Падение давления на входе воздушного потока в насыпь картофеля найдем с помощью известных формул [5]:

$$(\Delta p)_{\text{ex.}} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\alpha S}{S} \right) \frac{\rho w_0^2}{2} = \frac{1}{2} (1 - \alpha) \frac{\rho w^2}{\alpha^2 2}, \quad (5)$$

Далее получим коэффициент местного сопротивления при входе в насыпь:

$$\zeta_{\text{ex.}} = (\Delta p)_{\text{ex.}} / (\rho w^2 / 2) = \frac{1 - \alpha}{2 \alpha^2}, \quad (6)$$

Падение давления при выходе из насыпи составляем с учётом рисунка 3 и известных формул [5]:

$$(\Delta p)_{\text{вых.}} = \left(1 - \frac{\alpha S}{S} \right)^2 \frac{\rho w_0^2}{2} = (1 - \alpha)^2 \frac{\rho w^2}{\alpha^2 2} \quad (7)$$

Получим коэффициент местного сопротивления при выходе из насыпи:

$$\zeta_{\text{вых.}} = (\Delta p)_{\text{вых.}} / (\rho w^2 / 2) = \left(\frac{1 - \alpha}{\alpha} \right)^2, \quad (8)$$

Найдем коэффициент гидравлического сопротивления поры-ячейки и всего капилляра с двухзначным переменным сечением как последовательного соединения ячеек:

$$\zeta_{\text{яч.}} = (\Delta p)_{\text{яч.}} / (\rho w^2 / 2) = \frac{1}{\alpha^2} \frac{(1 - k)(6 - 5k)}{(2 - k)^2 k^2}, \quad (9)$$

$$\zeta_{кан.} = \zeta_{яч.} \frac{H}{d_3} = \frac{1}{\alpha^2} \frac{(1-k)(6-5k)H}{(2-k)^2 k^2 d_3}, \quad (10)$$

Полученное выражение для гидравлического сопротивления насыпи картофеля при вентилировании показывает расширение и сужение сечения капилляров пористой структуры, при этом сопротивление трения мало.

$$\zeta_{тр.} / \zeta_{кан.} \% = 2\%, \quad (11)$$

Неравномерное распределение воздушного потока по высоте насыпи оказывает влияние на температуру в слоях картофеля, что способствует уменьшению сохранности во время хранения [9].

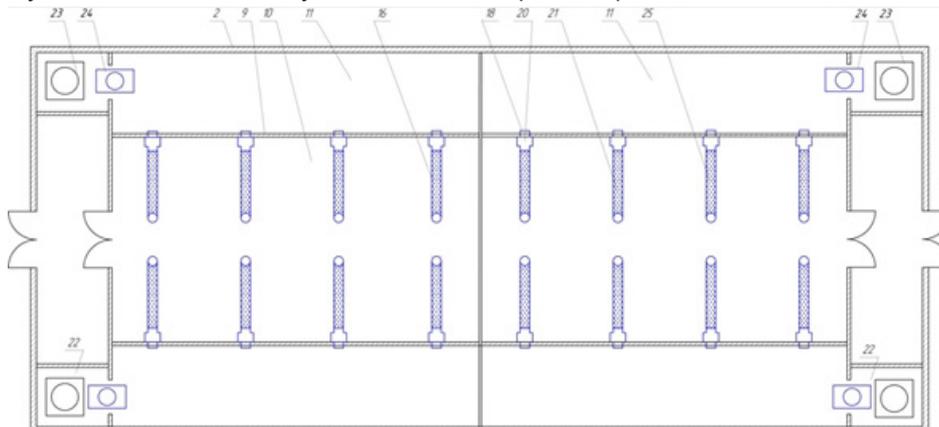
На равномерность распределения воздушного потока по всей насыпи картофеля влияет конструкция напольных воздухопроводов.

Нами были проведены исследования по распределению температуры в насыпном слое клубней сорта «Удача» в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области с применением различных форм напольных воздухопроводов. На рисунке 4 представлен план картофелехранилища с установленными воздухопроводами в

виде цилиндрических труб, на рисунке 5 представлен общий вид секции картофелехранилища с усовершенствованными воздухопроводами в виде цилиндрических труб (патент на полезную модель №183361). На рисунке 6 показан план хранилища с применением напольных воздухопроводов в виде усеченной треугольной пирамиды (патент на полезную модель №175783) и представлена схема устанавливаемых датчиков температуры и влажности. Схема установки датчиков температуры и влажности в двух других секциях картофелехранилища аналогичная.

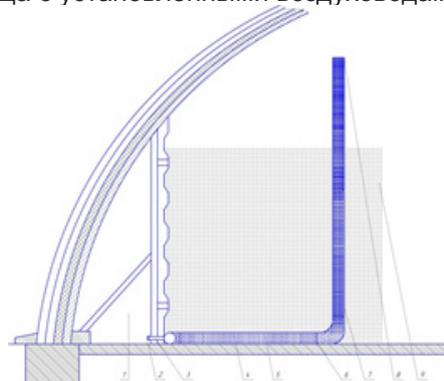
Исследования проводились в разных секциях картофелехранилища в основной период хранения продукции в течение трех месяцев. В каждой секции картофелехранилища использовались различные по форме воздухопроводы [1, 2, 5], подключенные к системе вентиляции. Вместимость каждой секции в среднем 425 тонн. Картофель засыпался в секции навалом на высоту до 4 м.

На основании полученных результатов был построен график изменения температуры насыпного слоя картофеля в зависимости от форм воздуховода (рис. 7). Потребление электроэнергии системы вентиляции картофелехранилища подсчитывалось и анализировалось на протяжении всего периода проведения исследований.



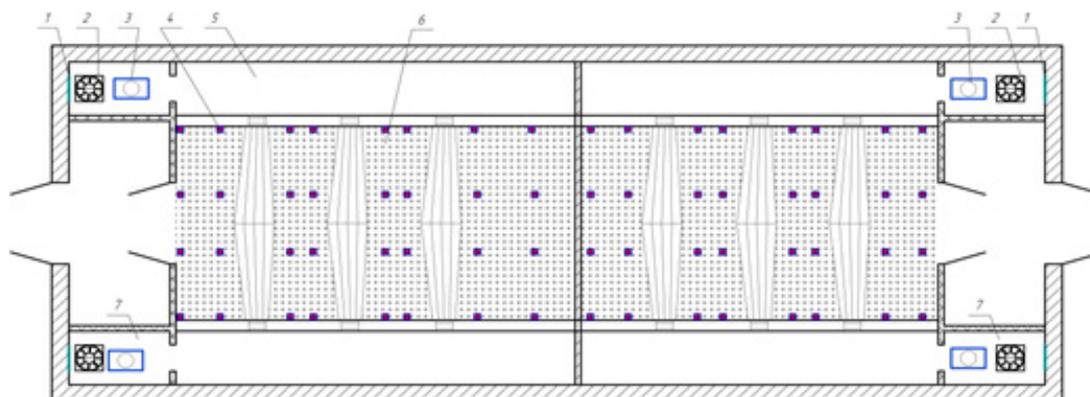
2 – арочный бескаркасный утепленный свод, 9 – опорная стенка, 10 – разделяющая камера, 11 – магистральный канал, 16 – горизонтальный воздухопровод, 18 – окна, 20 – регулирующая заслонка, 21 – цилиндрическая заглушка, 22 – установка кондиционирования воздуха, 23 – вентиляторы, 24 – тэны, 25 – вентиляционные отверстия

Рис. 4 – План картофелехранилища с установленными воздухопроводами в виде цилиндрических труб



1 – магистральный канал, 2 – регулирующая заслонка, 3 – окна, 4 – горизонтальный воздухопровод, 5 – вентиляционные отверстия, 6 – колено, 7 – вертикальный воздухопровод, 8 – цилиндрическая заглушка, 9 – камера для закладки продукции

Рис. 5 – Общий вид секции картофелехранилища с усовершенствованными воздухопроводами в виде цилиндрических труб (патент полезную модель № 183361)



1 – информационная панель, 2 – вентиляторы, 3 – тэны, 4 – датчики, 5 – магистральные каналы, 6 – насыпь, 7 – силовая установка кондиционирования воздуха

Рис. 6 – План хранилища сельскохозяйственной продукции с установленными датчиками температуры и влажности (патент на полезную модель №175783)

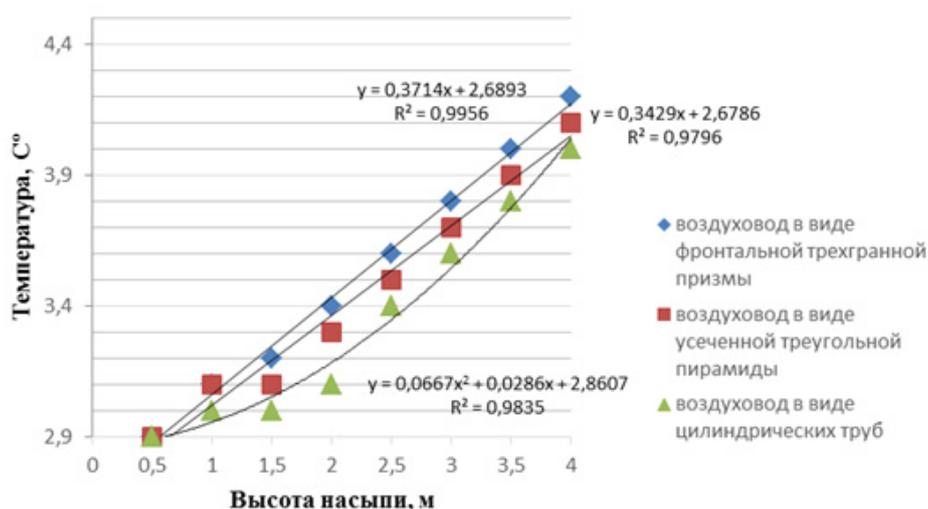


Рис. 7 – Изменение температуры по высоте насыпи в сравнении с тремя геометрическими формами воздуховода

Воздух в картофелехранилищах с активной вентиляцией, проходя через массу картофеля, нагревался, что говорит о выделении биологического тепла и влаги клубнями во время хранения.

Скорость воздуха в межклубневом пространстве колебалась в допустимом диапазоне (от 0,05 м/с до 0,4 м/с) и составила в среднем 0,2 м/с, что соответствует норме.

Полученные результаты исследования (рис. 7) показывают, что микроклимат по высоте насыпи зависит от формы напольного воздуховода и от вентиляционных зазоров на его сторонах, что удовлетворительно согласуется с теоретическими результатами исследований. Потребление электроэнергии зависит от времени работы систем вентиляции, и по результатам исследований выявлено, что наименьшее потребление электроэнергии приходится на секцию с воздуховодом в виде цилиндрических труб.

Заключение

Исследование поля температур насыпи картофеля, вентилируемой охлаждающим воздухом, дало возможность уточнить оптимальные параметры микроклимата (температура, влажность, ско-

рость потока) применительно к условиям ЦФО РФ. Полученные результаты исследований в хозяйстве ООО «Подсосенки» показывают, что микроклимат (температура и влажность) по высоте насыпи зависит от формы напольного воздуховода, вентиляционных зазоров на его сторонах и от скорости воздушного потока, проникающего в насыпь за счет конструкции воздуховодов. Полученные данные по микроклимату удовлетворительно согласуются с теоретическими результатами исследований. Потребление электроэнергии зависит от времени работы систем вентиляции картофелехранилища и по результатам исследований выявлено, что наименьшее потребление электроэнергии приходится на секцию с воздуховодом в виде цилиндрических труб (патент на полезную модель №183361). Были определены размеры зон насыпи картофеля, где обеспечивается требуемый режим хранения при высоте насыпи картофеля до 4 метров. Установлены и невентилируемые участки насыпи, которые требуют дополнительных исследований с последующей разработкой алгоритма, позволяющего производить расчет распределения температуры, влажности и скорости воздуха



в зоне чистой насыпи картофеля и в насыпи с посторонними примесями.

Список литературы

1. Хранилище сельскохозяйственной продукции. РФ/ Борячев С.Н., Успенский И.А., Колошеин Д.В., Волков А.И., Маслова Л.А., Колотов А.С., Евдокимова Л.В. Патент №183361, 2018.

2. Хранилище сельскохозяйственной продукции. РФ/ Бышов Н.В., Борячев С.Н., Липин В.Д., Успенский И.А., Колошеин Д.В. Патент №175783, 2017.

3. Перспектива усовершенствования напольных воздухопроводов картофелехранилища [Текст] / С.Н. Борячев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, А.И. Волков // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. Международной научно-практической конференции. 2018 – С.323-325.

4. Совершенствование систем вентиляции хранилищ на основе реновации воздуховода / С.Н. Борячев, И.А. Успенский, М.Ю. Костенко и др.// Аграрный научный журнал. 2018. - № 7. – С. 36-39.

5. Колошеин, Д.В. Снижение потерь картофеля и энергопотребления системы вентиляции картофелехранилища совершенствованием воздуховода дисс... канд. техн. наук [Текст] / Д.В. Колошеин

– Рязань, 2017. – 132 с.

6. Совершенствование напольного воздуховода картофелехранилища [Текст] / С.Н. Борячев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, А.И. Волков // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. 69-ой Международной научно-практической конференции. 2018. – С. 33-37.

7. Технология послеуборочной доработки и хранения картофеля [Текст] / С.Н. Борячев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, Л.Б. Винникова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: сб. Национальной научно-практической конференции. 2019. – С. 79-84.

8. Актуальность и перспективы хранения картофеля [Текст] / С.Н. Борячев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, А.И. Волков, И.В. Шеремет // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: сб. Национальной научно-практической конференции. 2017.-С. 31-34.

9. Колошеин, Д.В. Испытание трехгранного воздуховода в картофелехранилище [Текст] / Д.В. Колошеин // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 10-12.

TO THE QUESTION OF RESEARCH ON STORING POTATOES

Borychev Sergey N., Doctor of Technical Sciences, Professor, university@rgatu.ru

Vladimirov Alexander F., Ph.D., Associate Professor of the Department of Business Informatics and Applied Mathematics, vlaf@inbox.ru

Koloshein Dmitry V., Ph.D., Senior Lecturer of the Department "Construction of engineering structures and mechanics", dkoloshein@mail.ru

Sizov Roman I., a graduate student of the department "Construction of engineering structures and mechanics", sisim62@mail.ru

Volkov Alexander I., a graduate student of the department "Construction of engineering structures and mechanics", sisim62@mail.ru

Kulkov Sergey N., a graduate student of the department "Construction of engineering structures and mechanics", sisim62@mail.ru

Ryazan State Agro-Technological University Named after P.A. Kostychev

Potatoes are one of the main agricultural crops of the Russian Federation. Potato production is associated with high energy and labor costs. Preservation of potatoes for a long period of storage presents great difficulties, since it is necessary to maintain the necessary microclimate. To maintain a uniform temperature and humidity regime (microclimate), a system of active ventilation of the potato storage is created, consisting of fresh air mines for intake of outdoor air, air ducts for internal air intake with valves, fans, main and distribution channels of various shapes (utility model patent №. 158787, №. 175783, №. 183361). In order to create a certain microclimate in a mound of potatoes, it is necessary to know its parameters and methods for their regulation. The purpose of the research was the theoretical substantiation of the movement of the air flow from the fans through the porous part of the mound of potatoes. An expression was obtained that takes into account local pressure losses at the inlet of the embankment, at the exit of the embankment, due to friction in cylindrical capillaries, and passing through the cells of the complicated capillary embankment. In order to clarify the parameters of the microclimate of the bulk layer of tubers, studies were carried out on the temperature distribution in the mound of the Udacha potato variety in the farm Podsosenki, Shatsk District, Ryazan Region, using various forms of floor ducts (utility model patent №. 158787, №. 175783, №. 183361). The average velocity in the interclubral space at the time of the study was 0.2 m / s. The study of the temperature field of a mound of potatoes, ventilated with cooling air, made it possible to divide the mound of potatoes into ventilated and non-ventilated areas. The research results have revealed the prospect of developing an algorithm that allows calculating the distribution of temperature, humidity and air velocity in the area of a clean potato mound and in a mound with foreign impurities.

Key words: potato, potato storage, ventilation system, air movement, hydraulic resistance of tuber embankment, duty ratio.



Literatura

1. Hranilishche sel'skohozyajstvennoj produkcii. RF/ Borychev S.N., Uspenskij I.A., Koloshein D.V., Volkov A.I., Maslova L.A., Kolotov A.S., Evdokimova L.V. Patent №183361, 2018.
2. Hranilishche sel'skohozyajstvennoj produkcii. RF/ Byshov N.V., Borychev S.N., Lipin V.D., Uspenskij I.A., Koloshein D.V. Patent №175783, 2017.
3. Perspektiva usovershenstvovaniya napol'nyh vozduhovodov kartofelekhranilishcha [Tekst] / S.N. Borychev, D.V. Koloshein, L.A. Maslova, A.I. Volkov // Tekhnicheskoe obespechenie innovacionnyh tekhnologij v sel'skom hozyajstve: sb. Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2018 – S.323-325.
4. Sovershenstvovanie sistem ventilyacii hranilishch na osnove renovacii vozduhovoda / S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, M.YU. Kostenko i dr.// Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2018. - № 7. – S. 36-39.
5. Koloshein, D.V. Snizhenie poter' kartofelya i ehnergopotrebleniya sistemy ventilyacii kartofelekhranilishcha sovershenstvovaniem vozduhovoda diss... kand. tekhn. nauk [Tekst] / D.V. Koloshein – Ryazan', 2017. – 132 s.
6. Sovershenstvovanie napol'nogo vozduhovoda kartofelekhranilishcha [Tekst] / S.N. Borychev, D.V. Koloshein, L.A. Maslova, A.I. Volkov // Innovacionnoe nauchno-obrazovatel'noe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sb. 69-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2018. – S. 33-37.
7. Tekhnologiya posleuborochnoj dorabotki i hraneniya kartofelya [Tekst] / S.N. Borychev, D.V. Koloshein, L.A. Maslova, L.B. Vinnikova // Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sb. Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019. – S. 79-84.
8. Aktual'nost' i perspektivy hraneniya kartofelya [Tekst] / S.N. Borychev, D.V. Koloshein, L.A. Maslova, A.I. Volkov, I.V. SHeremet // Sovershenstvovanie sistemy podgotovki i dopolnitelnogo professional'nogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa: sb. Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2017.-S- 31-34.
9. Koloshein, D.V. Ispytanie trekhgrannogo vozduhovoda v kartofelekhranilishche [Tekst] / D.V. Koloshein // Sel'skij mekhanizator. – 2016. – № 11. – S. 10-12.



УДК 619:636.082.4:636.2.082.13

ОЦЕНКА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ КОРОВ ДЖЕРСЕЙСКОЙ И МОНБЕЛЬЯРДСКОЙ ПОРОД

КОРОТКИХ Вячеслав Владимирович, аспирант кафедры частной зоотехнии, hslava@mail.ru
ВОСТРОИЛОВ Александр Викторович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры частной зоотехнии,
КАПУСТИН Сергей Иванович – соискатель, заместитель директора ФГБУ «Центр ветеринарии»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I»

Современное развитие молочного животноводства невозможно без использования инновационных подходов, одним из которых является максимально эффективное использование генетического потенциала различных пород, показывающих достойный уровень молочной продуктивности, обеспечивающих необходимое качество молока, характеризующихся высокими воспроизводительными показателями. Разведение чистопородных животных способствует более эффективному развитию скотоводства, так как одним из основных объектов в этой системе является животное как биологическое средство производства. К таким перспективным породам на территории Воронежской области следует признать среди комбинированных – монбельярдскую, а в группе молочного направления – джерсейскую. Именно поэтому всестороннее изучение хозяйственно-биологических характеристик этих животных является актуальным и практически значимым вопросом. В этой связи целью нашей работы являлось изучение воспроизводительных качеств монбельярдского и джерсейского скота в условиях ООО «СХП Новомарковское» Кантемировского района Воронежской области. Полученные нами результаты указывают на то, что животные монбельярдской породы имели более поздний возраст первого осеменения в сравнении с джерсейской: $21,3 \pm 0,6$ и $14,7 \pm 0,42$ месяцев соответственно, при живой массе $355,8 \pm 11,7$ кг и $275,5 \pm 8,2$ кг. Кроме того, коэффициент воспроизводительной способности составил у монбельярдских – 1, а у джерсейских животных – 0,94. Продолжительность межтельного, сервис- и сухостойного периодов была длиннее у коров молочной направленности. Такая же тенденция сохранялась при подсчёте количества дойных дней. У джерсейских коров их оказалось на 6,7% больше, чем у монбельярдских.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, показатели воспроизводства, джерсейская порода, монбельярдская порода.

© Коротких В. В., Востроилов А. В., Капустин С. И., 2019 г.



Введение

Молочное скотоводство Российской Федерации, двигаясь в унисон с мировыми тенденциями, успешно решает проблему наращивания производства высококачественного молока. Этому способствует ряд факторов: строительство новых комплексов, совершенствование технологий, профессиональный рост специалистов и использование животных с высокими генетическими возможностями, в частности, по продуктивности. Как отмечают ведущие учёные (А.В. Востроилов и др., 2014, 2017; А.Г. Нежданов, К.А. Лободин, 2015) за последнее время в нашей стране произошёл заметный качественный скачок генетического потенциала коров молочной продуктивности. Первопричиной этого явления служит высокая активность сельхозтоваропроизводителей в вопросе использования мировых генетических ресурсов. Использование такого вектора развития позволяет наращивать численность маточного поголовья, оперативно решать проблемы повышения уровня репродуктивного потенциала животных, активно внедрять инновационные технологии, добиваясь увеличения производства молока, оптимизировать материальные расходы и затраты труда. Реалистичность такого сценария невозможна без использования перспективных пород, в том числе импортной селекции [2, 3, 7, 12].

Такие тенденции, с одной стороны, имеют очевидные преимущества, связанные с использованием высокоценных животных с точки зрения их хозяйственно-биологических характеристик, с другой – требуют внимательного изучения, так как импортный скот подвергается существенному воздействию со стороны экзогенных факторов, которые способны оказать негативное влияние на продуктивный потенциал коров [1, 5, 9, 10, 13, 14].

В этом вопросе Воронежская область является одним из ключевых регионов, так как именно на её территории активно ведётся работа по использованию передового мирового опыта в молочном скотоводстве. Среди пород, эксплуатирующихся в агропромышленных предприятиях, выделяются современные специализированные и комбинированные породы молочного направления, в том числе джерсейская и монбельярдская.

Традиционно коровы джерсейской породы успешно скрещиваются с породами, имеющими высокий надой и более низкую массовую долю жира в молоке, в результате чего наблюдается положительная динамика как с точки зрения продуктивности животных, так и с позиций повышения доли сухого вещества в молоке. В свою очередь монбельярдскую породу отличает высокая продуктивность, скороспелость, прекрасные мясные характеристики, адаптационная стабильность. Такие характеристики, а также мировой и отечественный опыт разведения коров джерсейской и монбельярдской пород способствовали активному использованию таких животных в ведущих хозяйствах, занятых в сфере производства товарного молока [4, 6, 8, 11].

Материалы и методы исследования

Научно-исследовательская работа выполнялась по соответствующим целевым научным программам, руководимым Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, по планам научных исследований кафедры частной зоотехнии факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I» в 2018 году. Экспериментальная часть работы проводилась на молочном комплексе ООО «СХП Новомарковское» Кантемировского района Воронежской области.

Объектом для выполнения наших исследований служили коровы джерсейской и монбельярдской пород, первой-второй лактации. Формирование групп осуществлялось по принципу пар-аналогов с учётом породы, возраста и физиологического состояния. Численность каждой группы составила 17 голов. Содержание коров беспривязное, разделенное по секциям по уровню молочной продуктивности и физиологического состояния животных. В лежаках, предназначенных для отдыха коров, предусмотрена сменная подстилка из смешанных частей соломы и высушенной фракции навоза, полученной после переработки БРУ. Кормление животных, участвовавших в эксперименте, было идентичным, с учётом принятых в хозяйстве рационов, учитывающих молочную продуктивность, живую массу и физиологическое состояние.

Воспроизводительные показатели коров оценивались путём подробного анализа данных племенного учёта программы «Селэкс» и акушерско-гинекологических исследований.

Результаты исследований, полученные с помощью сертифицированного оборудования с использованием современных методов сбора и обработки информации, обрабатывались методом вариационной статистики с использованием программного обеспечения StatSoft Statistica v6.0 Rus и электронных таблиц Microsoft Excel 2010

Степень достоверности различий средних значений и в случаях нормального распределения определялась по критерию Стьюдента.

Результаты и их анализ

Воспроизводительная функция коров характеризуется широким спектром показателей, которые формируются не только в результате реализации генотипа, но и под влиянием конкретных внешних факторов. С учетом этого и полученных результатов нами был проведён анализ воспроизводительной способности коров монбельярдской и джерсейской пород по основным показателям: продолжительность межотельного, сервис- и сухостойного периодов, коэффициент воспроизводительной способности, возраст первого осеменения, масса при первом осеменении,

Показатели, характеризующие воспроизводство, оказывают существенное влияние на продуктивные характеристики молочного скота. При анализе данных, представленных в таблице 1, обращает внимание такая группа показателей, как



возраст первого осеменения и живая масса при первом осеменении.

Возраст первого осеменения зависит от развития животного, массы тела, породных и индивидуальных особенностей. Сегодня считается оптимальным начинать первое осеменение в 15-17 месяцев, при достижении живой массы 65-70% от половозрелых животных соответствующей породы. Необходимо отметить, что возраст первого осеменения коров, как и масса при этом, наряду с зоотехническими параметрами имеют и ярко выраженную экономическую составляющую.

В нашем случае монбельярдские коровы имели статистически достоверно ($P < 0,01$) более поздний возраст первого осеменения: $21,3 \pm 0,6$ месяца по сравнению с джерсейским скотом, где этот показатель составил $14,7 \pm 0,42$ месяцев, что на 6,6 месяца раньше. Такая разница может быть связана с тем, что джерсейские коровы являются более скороспелыми и быстрее достигают физиологической зрелости, уступая при этом в весе монбельярдским животным, что подтверждается и значением живой массой при первом осеменении, которая была на 80,3 кг выше у монбельярдских.

Оценивая такой показатель как коэффициент воспроизводительной способности, который характеризует плодовитость маточного поголовья, отмечаем его оптимальное значение у коров породы монбельярд – 1, и сниженный показатель у коров джерсейской породы – всего 0,94. Одной

из причин этого следует признать более короткий межотельный период у монбельярдских – $364,1 \pm 7,1$ дней в сравнении с джерсейскими животными – $387,8 \pm 12,8$ дней. При этом количество дойных дней у коров первой группы оказалось на 10,6% меньше чем во второй. Интервал между отёлами является одним из важнейших факторов, определяющих экономическую эффективность содержания молочного стада, так как межотельный период включает в себя в основном два признака плодовитости – сервис-период и продолжительность стельности.

Продолжительность сервис-периода влияет на производство молока в первую очередь как фактор, определяющий продолжительность лактации и наступление стельности. В этом случае необходимо найти компромисс, ведь чем раньше после отёла будет результативное осеменение, тем скорее наступит следующая стельность, раньше скажется влияние беременности на секрецию молока. Соответственно, чем длиннее данный промежуток, тем позднее отразится стельность на продуктивности, тем дольше на сравнительно высоком уровне останется профиль лактационной кривой. Результаты наших исследований показали, что сервис-период в группах заметно отличается и составил для первой группы животных $73,5 \pm 6,02$ дня, а для второй – $103,1 \pm 12,2$ дня, что несколько превышает физиологические и производственные нормы.

Таблица 1 – Воспроизводительная способность подопытных коров

Показатели	Порода				Монбельярдская ± Джерсейская
	Монбельярдская		Джерсейская		
	M±m	C,%	M±m	C,%	
Количество животных	17		17		
Межотельный период, дней	$364,1 \pm 7,1$	8	$387,8 \pm 12,8$	13,6	-23,7
Дойных дней	$306,8 \pm 6,3$	8,5	$327,3 \pm 12,2$	15,4	-20,5
Сервис – период, дней	$73,5 \pm 6,02$	33,7	$103,1 \pm 12,2$	48,9	29,6
Сухостойный период, дней	$57,7 \pm 3,8$	27,2	$60,4 \pm 2,3$	15,8	2,7
Коэффициент воспроизводительной способности	1		0,94		0,06
Возраст при 1 осеменении, месяцев	$21,3 \pm 0,6^*$	12,6	$14,7 \pm 0,42^*$	12,8	6,6
Масса при 1 осеменении, кг	$355,8 \pm 11,7^{**}$	14,7	$275,5 \pm 8,2^{**}$	13,3	80,3

* – $P < 0,01$ в сравнении между группами

** – $P < 0,05$ в сравнении между группами

Значение сухостойного периода трудно переоценить. Именно в это время происходит значительная аккумуляция животным жизненных ресурсов, необходимых для формирования плода, восстанавливается функциональная ткань молоч-

ной железы. Это, в свою очередь, обеспечивает легкий отёл, скорейшее восстановление половой функции, высокой молочной продуктивности. В нашем случае сухостойный период в обеих группах был практически на одном уровне и составил



у монбельярдов – 57,7±3,8 дней, а у джерсейских коров – 60,4±2,3 дней.

Выводы

Сравнительный анализ воспроизводительной способности коров монбельярдской и джерсейской пород позволил выявить основные лимитирующие показатели, препятствующие более эффективному использованию имеющегося поголовья крупного рогатого скота. Для этого необходимо:

- 1) снизить возраст при первом осеменении у монбельярдской породы до 17-18 месяцев;
- 2) рекомендовать ООО «СХП Новомарковское» сохранить продолжительность лактации у коров монбельярдской породы на уровне 306 дней, у джерсейской – 322 дня;
- 3) обеспечить длительность сервис-периода для монбельярдских коров в 73 дня, а у джерсейских – 103 дня.

Список литературы

1. Абдуллина, Д. Р. Влияние продолжительности сервис-периода на молочную продуктивность коров бурой швицкой породы / Д. Р. Абдуллина, Р. С. Гизатуллин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - №4 (48). – 2014. – С. 130- 131.
2. Белозерцева, Н. С. Воспроизводительная способность т физиолого-биохимический статус коров чёрно-пёстрой породы : автореф. дис. ... канд. биол. наук – 06.02.07 / Наталья Сергеевна Белозерцева. – Москва, 2019. – 22 с.
3. Буяров, В. Эффективность селекции молочного скота / В. Буяров, А. Шендаков, Т. Шендакова // Животноводство. – 2011. - № 1. – С. 41 – 42.
4. Востроилов, А. В. Использование монбельярдской породы крупного рогатого скота при промышленной технологии производства молока в условиях ЦЧЗ России / А. В. Востроилов, Э. В. Лопес де Гереню // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и технологии животноводства : матер. науч. и учеб.-метод. конф. профессорского и преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов факультета ветеринарной медицины и технологий животноводства. – Воронеж : ВГАУ, 2014. – Вып. 3. – С. 232 – 235.
5. Востроилов, А. В. Молочная продуктивность коров пород монбельярд и джерси в условиях молочного комплекса / А. В. Востроилов, Е. В. Астафурова // Материалы науч. и учеб. -метод. конф.

проф.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов ФВМиТЖ. – Воронеж : ВГАУ, 2017. – С. 21 – 23.

6. Исаева, А. Г. Разработка системы снижения негативного действия антропогенного загрязнения на состояние здоровья сельскохозяйственных животных и получение безопасных продуктов животноводства : автореф. дис. ... доктора биол. наук – 06.02.05 / Альбина Геннадьевна Исаева. – Москва, 2017. – 43 с.

7. Козлов, Ю. Н. Генетика и селекция сельскохозяйственных животных / Ю. Н. Козлов, Н. М. Костомахин – М. : КолосС, 2009. – 264 с.

8. Костомахин, Н. М. Породы крупного рогатого скота : учебное пособие / Н. М. Костомахин. - М. : КолосС, 2011. - 119 с.

9. Лазаренко, В. Н. Влияние сервис-периода на молочную продуктивность и воспроизводительные функции коров / В. Н. Лазаренко, Л. Ю. Овчинникова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины и производства продукции животноводства и растениеводства : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Троицк : Изд-во УГАВМ, 2006. – С. 268 – 271.

10. Лещуков, К. А. Теоретические и практические аспекты использования компенсаторно-приспособительных реакций сельскохозяйственных животных для комплексной оценки и прижизненного формирования качества продукции : автореф. дис. ... доктора с.-х.наук – 06.02.10 / Константин Александрович Лещуков. – Курск, 2017. – 52 с.

11. Рахматулина, Н. Р. Комплексная оценка племенных животных в молочном скотоводстве / Н. Р. Рахматулина // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 4. - С. 60-61.

12. Нежданов, А. Г. Воспроизводство высокопродуктивного молочного скота: эффективность ветеринарного контроля / А. Г. Нежданов, К. А. Лободин // Молочная промышленность. – 2015. – № 11. – С. 64 – 65.

13. Скопичев, В. Г. Физиология репродуктивной системы млекопитающих / В. Г. Скопичев, И. О. Боголюбова. – СПб. : Лань, 2007. – 512 с.

14. Часовщикова, М. А. Влияние сервис-периода на молочную продуктивность коров черно-пёстрой породы / М. А. Часовщикова // Вестник КрасГАУ. – 2012. - №10. – С. 136 – 138.

REPRODUCTIVE CAPACITY ASSESSMENT OF JERSEY AND MONBELIARDS COWS BREEDS

Korotkikh Vaycheslav V., graduate student of the Department Small Animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, the Russian Federation, Voronezh, h1slava@mail.ru

Vostroilov Alexander V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department Small Animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, the Russian Federation, Voronezh.

Kapustin Sergey I., external doctorate student, Deputy Director of the FSBI "Veterinary Center"

Modern development of dairy farming is not possible without the use of innovative approaches, one of which is the most effective use of the genetic potential of various breeds, showing a decent level of milk productivity, providing the required quality of milk, characterized by high reproductive performance. Breeding purebred animals contributes to a more efficient development of cattle breeding, since one of the main objects in this system is an animal as a biological means of production. The most promising breeds in the Voronezh region should be recognized the following ones: among the combined breeds it is the Montbeliard breed, and in the



dairy group - the Jersey one. That is why a comprehensive study of the economic and biological characteristics of these animals is a relevant and practically significant issue.

In this regard, the purpose of our work was to study the reproductive qualities of Montbeliard and Jersey cattle in LLC "Agricultural Enterprise NovoMarkovskoye" in Kantemirovsky District, Voronezh Region. The results obtained by us show that animals of the Montbeliarde breed had a later age of first insemination compared to Jersey: 21.3 ± 0.6 and 14.7 ± 0.42 months, with a live weight of 355.8 ± 11.7 kg and 275.5 ± 8.2 kg. In addition, the coefficient of reproductive capacity was 1 in Montbeliards, and 0.94 in Jersey animals. The duration of the interhotel, service and dry periods was longer for dairy cows. The same trend continued when calculating the number of dairy days. Jersey cows turned out to be 6.7% more than the Montbeliards.

Key words: cattle, reproduction rates, Jersey breed, Montbeliard breed

Literatura

1. Abdullina, D.R. Vliyanie prodolzhitel'nosti servis-perioda na molochnuju produktivnost' korov buroj shvickoj porody/ D.R. Abdullina, R.S. Gizatullin // *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - №4 (48). – 2014. – S. 130- 131.

2. Belozerceva, N.S. Vosproizvoditel'naja sposobnost' t fiziologo-biohimicheskij status korov chjornopjostroj porody: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk – 06.02.07 / Natal'ja Sergeevna Belozerceva. – Moskva, 2019. – 22 s.

3. Bujarov, V. JEffektivnost' selekcii molochnogo skota / V. Bujarov, A. SHendakov, T. SHendakova // *ZHivotnovodstvo*. – 2011. - № 1. – S. 41 – 42.

4. Vostroilov, A.V. Ispol'zovanie monbel'jardskoj porody krupnogo rogatogo skota pri promyshlennoj tehnologii proizvodstva moloka v uslovijah CCHZ Rossii / A.V. Vostroilov, JE.V. Lopes de Gerenju // *Aktual'nye voprosy veterinarnoj mediciny i tehnologii zhivotnovodstva : mater. nauch. i ucheb.-metod. konf. professorskogo i prepodavatel'skogo sostava, nauchnyh sotrudnikov i aspirantov fakul'teta veterinarnoj mediciny i teh- nologii zhivotnovodstva*. – Voronezh: VGPU, 2014. – Vyp. 3. – S. 232 – 235.

5. Vostroilov, A.V. Molochnaja produktivnost' korov porod monbel'jard i dzhersi v uslovijah molochnogo kompleksa / A.V. Vostroilov, E.V. Astafurova // *Materialy nauch. i ucheb. -metod. konf. prof.-prepod. sostava, nauchnyh sotrudnikov i aspirantov FVMiTZH*. – Voronezh: VGPU, 2017. – S. 21 – 23.

6. Isaeva A.G. Razrabotka sistemy snizhenija negativnogo dejstvija antropogennogo zagrjaznenija na sostojanie zdorov'ja sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i poluchenie bezopasnyh produktov zhivotnovodstva: avtoref. dis. ... doktora biol. Nauk – 06.02.05 / Al'bina Gennad'evna Isaeva. – Moskva, 2017. – 43 s.

7. Kozlov, JU.N. Genetika i selekcija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh / JU.N. Kozlov, N.M. Kostomahin – M.: KolosS, 2009. – 264 s.

8. Kostomahin, N. M. Porody krupnogo rogatogo skota : uchebnoe posobie / N.M. Kostomahin. - M.:Koloss, 2011. - 119 s.

9. Lazarenko, V.N. Vliyanie servis-perioda na molochnuju produktivnost' i vosproizvoditel'nye funkcionii korov / V.N. Lazarenko, L.JU. Ovchinnikova// *Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny i proizvodstva produkcii zhivotnovodstva i rastenievodstva: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* – Troick: Izd-vo UGAVM, 2006. – S. 268 – 271.

10. Leshhukov K.A. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty ispol'zovanija kompensatorno-prisposobitel'nyh reakcij sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh dlja kompleksnoj ocenki i prizhiznennogo formirovanija kachestva produkcii: avtoref. dis. ... doktora s.-h.nauk – 06.02.10 / Konstantin Aleksandrovich Leshhukov. – Kursk, 2017. – 52 s.

11. Rahmatulina, N.R. Kompleksnaja ocenka plemennyh zhivotnyh v molochnom skotovodstve / N.R. Rahmatulina // *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. - 2010. - № 4. - S. 60-61.

12. Nezhdanov, A.G. Vosproizvodstvo vysokoproduktivnogo molochnogo skota: jeffektivnost' veterinarnogo kontrolja / A.G. Nezhdanov, K.A. Lobodin // *Molochnaja promyshlennost'*. – 2015. – № 11. – S. 64 – 65.

13. Skopichev V.G. Fiziologija reproductivnoj sistemy mlekopitajushhih / V.G. Skopichev, I.O. Bogoljubova. – SPb.: Lan', 2007. – 512 s.

14. CHasovshhikova, M.A. Vliyanie servis-perioda na molochnuju produktivnost' korov cherno-pestroj porody / M.A. CHasovshhikova // *Vestnik KrasGAU*. – 2012. - №10. – S. 136 – 138.





УДК 576.89

ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕМИОЛОГИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЕЛЬМИНТОЗНЫХ ИНВАЗИЙ СРЕДИ ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ МОСКОВСКОЙ И РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

ЛИНОВИЦКАЯ Алёна Аркадьевна, аспирант 3 курса, направление подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния, alena.linovitskaya.90@mail.ru

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

КОНЦЕВАЯ Светлана Юрьевна, д-р вет. наук, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, vetprof555@inbox.ru
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В период с 2016 по 2017 гг. были собраны и проанализированы данные эпидемиологической обстановки по наличию возбудителей инвазий паразитарной этиологии среди взрослых и детей на территориях Московской и Рязанской областей. Соответствующая информация по структуре паразитарной заболеваемости и анализу инвазий по контингенту всех жителей исследуемых географических территорий были предоставлены нам следующими государственными территориальными учреждениями: Федеральным бюджетным учреждением здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области» и Территориальным отделом Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области в городе Коломна, Зарайском, Коломенском, Луховицком, Озерском районах. В ходе проведенных нами исследований была рассмотрена структура паразитарной заболеваемости в Московской области, в городах Воскресенск, Коломна, Луховицы, Зарайск; далее в Рязанской области. Выделены показатели заболеваемости паразитарными болезнями на 100 тыс. населения; данные по росту/снижению показателей заболеваемости и др. Для установления и анализа возрастной предрасположенности к выявленным гельминтозам, среди граждан были выделены следующие возрастные категории, принятые Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ): у детей (1-я группа – до 3-х лет; 2-я группа – от 3-х до 7 лет; 3-я группа – от 7 до 14 лет; 4-я группа – от 14 до 18 лет); у взрослых от 18 до 59 лет (молодой возраст – 18-44, средний – 45-59 лет) и от 60 до 74 (пожилой возраст). Всего у жителей Московской и Рязанской областей в ходе проведенного нами исследования эпидемиологической ситуации установлено 11 видов гельминтов классов Trematoda (1): *Opisthorchis felineus*; Cestoda (4): *Diphyllobothrium latum*, *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Echinococcus granulosus* и Nematoda (6): *Toxocara canis*, *Toxocara cati* (mystax), *Dirofilaria repens*, *Dirofilaria immitis*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichinella spiralis*. Самым распространенным гельминтозом среди жителей (детей и взрослых) является аскаридоз – 2950 случаев. Чаще регистрируется у детей до 14 лет.

Отсутствие полноценных мер профилактики инвазий у взрослых и детей на территориях города Коломна, Московской и Рязанской областей, обусловлено отсутствием данных по эпизоотологической обстановке – наличии циркуляции гельминтозов среди домашних и диких плотоядных животных и, как следствие, недостаточной просвещенности жителей исследуемых географических зон.

Ключевые слова: аскаридоз, взрослые, заболеваемость, категория, структура, гельминты, дети, инвазия, эпидемиология

Введение

Одной из самых распространенных патологий в популяции человека является паразитарная, занимающая четвертое место в структуре всех болезней. В стране ежегодно регистрируется до 1,5 млн случаев этих заболеваний, общее число больных паразитами приближается к 20 млн человек и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению.

В настоящее время на территории всей РФ ведется активное изучение гельминтофаун (Архипов, 2001) урбанизированных территорий. Но все меньше исследований проводится на диких территориях. Активное функционирование элемента эпизоотической цепи «восприимчивое животное» ведет к увеличению роста зоонозов (Аракелян, 2008). До настоящего времени недостаточно изучено распространение отдельных гельминтозонозов, стабильно циркулирующих среди популяций домашних и диких плотоядных животных (Березина, 2011), среди людей, в природно-ландшафтных зонах, и, в частности, в административ-

ных районах Московской и Рязанской областей. Эпидемиологическая ситуация в исследуемых нами природно-географических зонах часто недостаточно полная, т.е. не отражающая реальной эпидемиологической ситуации по гельминтозам среди населения взрослых и детей (Романенко 2001).

Основная инвазированность населения приходится на территорию города (Гузеева, 2011). Превалирующее влияние на наиболее часто регистрируемые гельминтозы оказывает увеличение численности домашних и диких плотоядных животных в зонах урбанизации, за счет растущего числа представителей популяций (Есаулова, 2000).

Наиболее массовым в нашей стране (после энтеробиоза) является аскаридоз. По данным Онищенко Г.Г. (2002) ежегодно выявляются от 60 до 100 тыс. людей, больных аскаридозом: в 2000 г. – 76554, в том числе 54884 ребенка до 14 лет (71,7%), Показатель заболеваемости аскари-



дозом, по данным Верещагина А.И. и др. (2006), в 2005 г. составил 42,0 на 100 тыс. населения, а среди детей до 14 лет – 190,7 на 100 тыс. детей (Онищенко 2000, 2001, 2002, 2003).

Аскаридоз – нематодоз, ежегодно регистрируемый среди жителей крупных урбанизированных территорий. Является широко распространенным не только среди взрослой категории граждан, но, также среди детей (Сонин, 2000).

Рост заболеваемости населения одним из опаснейших гельминтозов – токсокарозом является серьезной проблемой в РФ (Горохов, 2009). Всего в 2014 г. зарегистрированы 3 189 случаев токсокароза (2,19 на 100 тыс. населения), по сравнению с 2013 г. отмечено увеличение заболеваемости на 3,31%.

Роль мышевидных грызунов в распространении гельминтозоонозов на территориях Коломенского городского округа Московской области незначительна, так как проводится регулярная дератизация. Чего нельзя утверждать в отношении Рязанской области, так как качественно организованные дератизационные мероприятия проводятся, в основном, на территориях самого города и крупных сельских поселений.

Данные по Московской области в настоящее время не могут дать полного представления о точной статистике возрастной предрасположенности и частоте встречаемости определенных видов гельминтозов как у человека, так и у домашних и диких плотоядных животных. Именно данный факт и стал основной причиной для начала проведения наших исследований, направленных на детальное изучение эпидемиологии зоонозов, циркулирующих в популяции домашних (кошек и собак) и диких плотоядных, а также человека на территории Московской и Рязанской областей.

Таким образом, изучение распространения гельминтозов среди населения на территориях города Коломна, Московской и Рязанской областей, а также изыскание эффективных средств диагностики, терапии и профилактики гельминтозных инвазий среди домашних и диких плотоядных животных, является актуальной задачей.

Материалы и методы исследований

В процессе установления наличия гельминтозов среди населения Московской и Рязанской областей в 2016-2017 гг. были собраны и проанализированы данные по наличию возбудителей

инвазий среди людей, предоставленные: Федеральным бюджетным учреждением здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области» и Территориальным отделом Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области в городе Коломна, Зарайском, Коломенском, Луховицком, Озерском районах. Нами была рассмотрена структура паразитарной заболеваемости в Московской области, в городах Воскресенск, Коломна, Луховицы, Зарайск и в Рязанской области. Выделены показатели заболеваемости паразитарными болезнями на 100 тыс. населения; данные по росту/снижению показателей заболеваемости и др.

В лабораториях представленных государственных организаций при проведении исследования использовались следующие копрологические методы микроскопии кишечных гельминтозов: 1) нативный мазок; 2) метод Фюллеборна; 3) метод Калантарян; 4) метод Горячева; 5) метод закручивания по Шульману; 6) метод Бермана; 7) метод Харада и Мори. Используют также следующие методы с целью выявления яиц остриц и бычьего цепня: 1) соскоб с перианальных складок; 2) метод липкой ленты (метод Грэхэма); 3) соскоб с помощью глазных палочек (метод Рабиновича).

Увеличение численности домашних и бездомных животных на территориях Московской и Рязанской областей неминуемо приводит к увеличению возникновения гельминтозов различной этиологии у человека, в частности, способствует увеличению численности регистрируемых инвазий у детей в возрасте до 14 лет. Отсутствие достаточной профилактики инвазий у детей на территориях города Коломна, Московской и Рязанской областей в целом можно объяснить, как следствие недостаточной просвещенности жителей исследуемых географических зон.

Исследование эпидемиологии гельминтозов у людей различных возрастных групп (до 14 лет и старше) является актуальным на территориях Московской и Рязанской областей. Для установления возрастной предрасположенности к выявленным гельминтозам лиц после 18 лет были выделены 2 группы в соответствии с классификацией возрастов, принятой Всемирной организацией здравоохранения – от 18 до 59 лет (молодой 18-44, средний 45-59) и от 60 до 74 (пожилой).

Таблица 1 – Частота встречаемости гельминтозов у детей на территории города Коломна и Московской области в период с 1 января по 31 декабря 2016-2017 гг

Исследуемый гельминтоз	1-я возрастная группа (до 3-х лет)		2-я возрастная группа (от 3-х до 7 лет)		3-я возрастная группа (от 7 до 14 лет)		Всего за 2016 г. n=646	Всего за 2017 г. n=614
	кол-во инвазированных в 2016 г. n=127	кол-во инвазированных в 2017 г. n=121	кол-во инвазированных в 2016 г. n=194	кол-во инвазированных в 2017 г. n=183	кол-во инвазированных в 2016 г. n= 325	кол-во инвазированных в 2017 г. n=310		
Аскаридоз	127	121	191	183	318	305	636	609
Трихинеллез	0	0	0	0	0	2	0	2



Продолжение таблицы 1

Токсокароз	0	0	2	0	5	2	7	2
Тениаринхоз	0	0	0	0	1	0	1	0
Эхинококкоз	0	0	0	0	1	0	1	0
Описторхоз	0	0	1	0	0	1	1	1
Дифиллоботриоз	0	0	0	0	0	0	0	0
Дирофиляриоз	0	0	0	0	0	0	0	0
Альвеококкоз	0	0	0	0	0	0	0	0

По данным, приведенным в таблице 1, можно сделать следующие выводы: наиболее часто регистрируемый гельминтоз среди исследуемых возрастных категорий детей (до 3-х лет; от 3-х до 7 лет; от 7 до 14 лет) на территории города Коломна и Московской области в период за 2016 и 2017 гг. – аскаридоз (более 95%). На втором месте – токсокароз (около 3%). Остальные, выявленные за два

года гельминтозы: трихинеллез, эхинококкоз, описторхоз, тениаринхоз (бычий цепень) – менее 1%. Альвеококкоз, дирофиляриоз, дифиллоботриоз за весь исследуемый промежуток времени у всех трех возрастных групп детей не выявлены.

Наиболее часто гельминтозы регистрировались у детей 3-й возрастной группы (от 7 до 14 лет).

Таблица 2 – Частота встречаемости гельминтозов у взрослых и пожилых людей на территории Московской области в период с 1 января по 31 декабря 2016-2017 гг

Наименование гельминтоза	1-я возрастная группа: зрелый возраст (от 30-44 лет) и средний (от 45-59 лет)		2-я возрастная группа: пожилой возраст(60-74 года)		Всего за 2016 г. n=759	Всего за 2017 г. n=752
	кол-во инвазированных в 2016 г. n=305	кол-во инвазированных в 2017 г. n=306	кол-во инвазированных в 2016 г. n=454	кол-во инвазированных в 2017 г. n=446		
Аскаридоз	299	293	447	439	746	732
Трихинеллез	0	1	0	1	0	2
Токсокароз	3	5	4	2	7	7
Тениаринхоз	2	0	1	0	3	0
Эхинококкоз	0	5	1	1	1	6
Описторхоз	0	2	1	1	1	3
Дифиллоботриоз	1	0	0	2	1	2
Дирофиляриоз	0	0	0	0	0	0
Альвеококкоз	0	0	0	0	0	0

Среди возрастной категории граждан зрелого и среднего возрастов (от 45-59 лет), а также лиц пожилого возраста (60-74 года), согласно данным, представленным в таблице 2 в период с 2016 по 2017 гг. лидирующим гельминтозом является аскаридоз (более 98% случаев). На втором месте по частоте регистрируемых случаев – токсокароз (1%), на третьем месте – эхинококкозная инвазия (менее 1%). В 2016 г. регистрировались двукратные и однократные случаи тениаринхоза, дифил-

лоботриоза и трихинеллеза. Альвеококкозная, дирофиляриозная инвазии в исследуемый промежуток времени не регистрировались.

По результатам подсчета общей численности гельминтозов за два года было зарегистрировано 1511 случаев. Среди жителей города Коломна и Московской области прослеживается тенденция повышенного развития гельминтозных инвазий у лиц пожилого возраста (60-74 года) (59% от общего числа регистрируемых случаев).

Таблица 3 – Частота встречаемости гельминтозов у взрослых и пожилых людей на территории города Рязань и Рязанской области в период с 1 января по 31 декабря 2016-2017 гг

Наименование гельминтоза	1-я возрастная группа зрелый возраст (от 30-44 лет) и средний (от 45-59 лет)		2-я возрастная группа пожилой возраст(60-74 года)		Всего за 2016 г. n=71	Всего за 2017 г. n=37
	кол-во инвазированных в 2016 г. n=29	кол-во инвазированных в 2017 г. n=20	кол-во инвазированных в 2016 г. n=42	кол-во инвазированных в 2017 г. n=17		
Аскаридоз	25	15	41	17	66	32



Трихинеллез	0	0	0	0	0	0
Токсокароз	0	0	0	0	0	0
Тениоз	1	0	0	0	1	0
Эхинококкоз	2	0	0	0	2	0
Описторхоз	1	3	1	0	2	3
Дифиллоботриоз	0	0	0	0	0	0
Дирофиляриоз	0	2	0	0	0	2
Альвеококкоз	0	0	0	0	0	0

Всего, согласно данным таблицы 3, среди лиц зрелого, среднего и пожилого возрастов было официально зарегистрировано 108 случаев выявления гельминтов. На территории Рязанской области среди категории граждан зрелого и среднего возрастов (от 45-59 лет), а также лиц пожилого возраста (60-74 года) в период с 2016 по 2017 гг. лидирующим гельминтозом является аскаридоз (более 86% случаев). На втором месте – описторхоз (менее 5%), а также менее 2% от общего чис-

ла случаев – эхинококкоз и дирофиляриоз. Также, согласно данным проведенного нами исследования, был выявлен единичный случай тениоза (свиного цепня). Такие гельминтозы как альвеококкоз, дифиллоботриоз, токсокароз и трихинеллез на исследуемой территории официально не регистрировались. В ходе анализа данных таблицы 3, следует отметить, что гельминтозные инвазии чаще регистрировались у лиц пожилого возраста (60-74 года) (около 55 % от общего количества).

Таблица 4 – Частота встречаемости гельминтозов у детей на территории города Рязань и Рязанской области в период с 1 января по 31 декабря 2016-2017 гг

Исследуемый гельминтоз	Группа детей до 14 лет		Группа детей до 17 лет		Всего за 2016 г. n=90	Всего за 2017 г. n=39
	кол-во инвазированных в 2016 г. n=44	кол-во инвазированных в 2017 г. n=19	кол-во инвазированных в 2016 г. n=46	кол-во инвазированных в 2017 г. n=20		
Аскаридоз	44	19	46	20	90	39
Трихинеллез	0	0	0	0	0	0
Токсокароз	0	0	0	0	0	0
Тениаринхоз	0	0	0	0	0	0
Эхинококкоз	0	0	0	0	0	0
Описторхоз	0	0	0	0	0	0
Дифиллоботриоз	0	0	0	0	0	0
Дирофиляриоз	0	0	0	0	0	0
Альвеококкоз	0	0	0	0	0	0

В таблице 4 отображено общее количество случаев регистрируемых гельминтозов – 129 – среди групп детей до 14 лет и от 14 до 18 лет. Самый встречаемый и распространенный гельминтоз среди детей на территории Рязанской области – аскаридоз (100%). Возбудители следующих гельминтозов: трихинеллеза, токсокароза, тениаринхоза, эхинококкоза, описторхоза, дифиллоботриоза, дирофиляриоза и альвеококкоза у детей за прошедшие два года (2016-2017) на территории Рязанской области официально не регистрировались.

Заключение

Согласно полученным данным были сделаны следующие выводы:

1) всего у жителей Московской и Рязанской областей в ходе проведенного нами исследования эпидемиологической ситуации установлено 11 видов гельминтов классов Trematoda (1): *Opisthorchis*

felineus (ЭИ 0,39%); Cestoda (4): *Diphyllobothrium latum* (ЭИ 0,09%), *Taenia solium* (ЭИ 0,03%), *Taenia saginata* (ЭИ 0,13%), *Echinococcus granulosus* (ЭИ 0,3%) и Nematoda (6): *Toxocara canis* (ЭИ 0,6%), *Toxocara cati (mystax)* (ЭИ 0,16%), *Dirofilaria repens* (ЭИ 0,05%), *Dirofilaria immitis* (ЭИ 0,05%), *Ascaris lumbricoides* (ЭИ 98,07%), *Trichinella spiralis* (ЭИ 0,13%);

2) самым распространенным гельминтозом среди жителей (детей и взрослых) является аскаридоз – 2950 случаев. Чаще регистрируется у детей до 14 лет;

3) среди жителей города Коломна, Московской и Рязанской областей прослеживается тенденция повышенного развития гельминтозных инвазий у лиц пожилого возраста (60-74 года);

4) токсокароз – ежегодно регистрируемая инвазия. Отмечается у всех исследуемых категорий взрослых и детей (в равной степени) на террито-



рии городского округа Коломна и Московской области;

5) альвеококкоз, за все время проводимого исследования, во всех возрастных группах взрослых и детей на территориях Московской и Рязанской областей не обнаружен;

6) официально зарегистрированы единичные случаи тениоза (свиного цепня) и дирофиляриоза на территории Рязанской области среди взрослой категории жителей. Трихинеллез – не зарегистрирован;

7) на территориях городского округа Коломна и Московской области среди групп граждан зрелого и пожилого возрастов выявлены и официально зарегистрированы единичные случаи дифиллоботриоза и трихинеллеза;

8) среди детской категории граждан трех возрастных групп (до 3-х лет, от 3-х до 7 лет, от 7 до 14 лет) на территориях городского округа Коломна и Московской области регистрировались единичные случаи тениаринхоза (бычьего цепня), описторхоза и эхинококкоза, а также 2 случая трихинеллеза у группы детей от 7 до 14 лет.

Список литературы

1. Аракельян Р.С. Эпидемиолого-эпизоотологические особенности дирофиляриоза на территории Астраханской обл.: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Москва, 2008 г. – 140 с.

2. Архипов И.А., Борзунов Е.Н., Шайкин В.И. Зоопаразитозы передаваемые человеку от собак и кошек // Матер. IX Московского Междунар. вет. конгр. – Москва, 2001. – С. 230

3. Березина Е.С. Распространение токсокароза в популяции домашних плотоядных и человека на территории России / Е.С. Березина, Д.В. Лобкис, О.Ю. Старостина // Ветеринарная патоло-

гия. – 2011. – № 3. – С. 115

4. Горохов В.В. Эпизоотическая ситуация по основным гельминтозам в Российской Федерации / В.В. Горохов, В.Н. Скира, И.Ф. Кленова и др. // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2009. – № 10. – С. 137–141

5. Гужеева Т.М. Оптимизация эпидемиологического надзора за биогельминтозами: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Москва, 2011 г. – 47 с.

6. Есаулова Н.В. Гельминтозы собак и кошек, опасные для человека и их диагностика // Ветеринария. – 2000. – № 6. – С. 22–29.

7. Онищенко Г.Г. Состояние заболеваемости паразитарными болезнями в 1998 году и меры по его стабилизации в Российской Федерации // Мед. паразитол. – 2000. – № 1. – С. 3–7.

8. Онищенко Г.Г. Заболеваемость паразитарными болезнями в Российской Федерации и основные направления деятельности по ее стабилизации. // Мед. паразитол. – 2002. – №4. – С.3–10.

9. Онищенко Г.Г. О мерах по усилению профилактики паразитарных болезней в России. // Медицинская паразитология. – 2003. – № 3. – С. 3–7.

10. Онищенко Г.Г. Социально гигиенические проблемы здоровья детей и подростков. // Гиг. и сан.- 2001. – С. 7–11

11. Романенко Н.А. Санитарная паразитология/Н.А. Романенко, И.К. Падченко, Н.В. Чебышев. – М.: Медицина, 2001. – 259 с.

12. Сонин М.Д., Беэр С.А., Ройтман В.А. Закономерность формирования паразитарного загрязнения среды в урбанизированных экосистемах // Мед. паразитология и паразитарные болезни – 2000. – № 1 – С. 7–11

FEATURES OF EPIDEMIOLOGY OF SPREAD OF HELMINTHOUS INVASIUM AMONG ADULTS AND CHILDREN IN THE TERRITORIES OF THE MOSCOW AND RYAZAN REGION.

Linovitskaya Alyona A., 3rd year postgraduate student, training direction 36.06.01 Veterinary and livestock technology, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, alena.linovitskaya.90@mail.ru

Saykhanov Elman, PhD B.Sc., head of the Department of Veterinary-Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Animal Diseases, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, elmanrzn@gmail.com

Kontsevaya Svetlana Yu., Dr. V.-H. Sci., Professor, Department of Veterinary-Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Animal Diseases, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, vetprof555@inbox.ru

In the period from 2016 to 2017. data on the epidemiological situation of the presence of pathogens of parasitic etiology among adults and children in the territories of the Moscow and Ryazan region were collected and analyzed. Relevant information on the structure of parasitic morbidity and analysis of invasions for the contingent of all residents of the studied geographical areas (Moscow and Ryazan regions) were provided to us by the following state territorial institutions: Federal Public Health Institution "Center for Hygiene and Epidemiology in the Ryazan Region" and the Territorial Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Moscow Region in Kolomna, Zaraysky, Kolomensky, Likhovitsky, Ozyorsk areas. In the course of our studies, we examined the structure of parasitic morbidity in the Moscow region, in the cities - Voskresensk, Kolomna, Likhovitsy, Zaraysk; further in the Ryazan region. The incidence rates of parasitic diseases per 100 thousand of the population are highlighted; data on the increase / decrease in incidence rates, etc. To establish and analyze the age susceptibility to the identified helminth infections, among citizens, the following age categories adopted by the World Health Organization (WHO) were identified: in children (group 1 to 3 years; group 2 from 3 to 7 years; 3 group - from 7 to 14 years; 4 group - from 14 to 18 years); in adults from 18 to 59 years old (young 18-44, average 45-59) and from 60 to 74 (elderly). In total, the residents of the Moscow and Ryazan region, in the course of our study of the epidemiological situation, identified



11 species of helminths of the Trematoda classes (1): *Opisthorchis felinus*; Cestoda (4): *Diphyllobothrium latum*, *Taeniasolium*, *Taeniasaginata*, *Echinococcus granulosus*, and Nematoda (6): *Toxocaracanis*, *Toxochyllati* (*mystax*), *Dirofilaria repens*, *Dirofilaria immitis*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichilyris repens*, *Dirofilaria immitis*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichilyris repens*, *Dirofilaria immitis*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichilyris repens*. The most common helminthiasis among residents (children and adults) is ascariasis-2950 cases. More often registered in children under 14 years old. The lack of full-fledged preventive measures for invasions in adults and children in the territories of the city of Kolomna, Moscow and Ryazan regions, is due to the lack of data on the epizootic situation of the circulation of helminth infections among domestic and wild carnivorous animals and as a result of insufficient enlightenment of the inhabitants of the geographical areas studied.

Key words: ascariasis, adults, age, incidence, category, structure, worms, children, invasion, epidemiology

Literatura

1. Arakel'yan R.S. *Epidemiologicheskoe ehpozitologicheskoe osobennosti dirofilyarioza na territorii Astrahanskoj obl.: Avtoref. dis. kand. biol. nauk.* - Moskva, 2008 g. - 140 s.
2. Arhipov I.A., Borzunov E.N., SHajkin V.I. *Zooparazitoznyye peredavaemye cheloveku ot sobak i koshek // Mater. IX Moskovskogo Mezhdunar. vet. kongr. - Moskva, 2001. - S. 230*
3. Berezina E.S. *Rasprostranenie toksokaroza v populyacii domashnih plotoyadnyh i cheloveka na territorii Rossii / E.S. Berezina, D.V. Lobkis, O.YU. Starostina // Veterinarnaya patologiya. - 2011. - №3. - S. 115*
4. Gorohov V.V. *Ehpozitologicheskaya situatsiya po osnovnym gel'mintozam v Rossijskoj Federacii / V.V. Gorohov, V.N. Skira, I.F. Klenova i dr. // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. - 2009. - № 10. - S. 137-141*
5. Guzeeva T.M. *Optimizatsiya ehpidemiologicheskogo nadzora za biogel'mintozami: Avtoref. dis. kand. med. nauk.* - Moskva, 2011 g. - 47 s.
6. Esaulova N.V. *Gel'mintozy sobak i koshek, opasnye dlya cheloveka i ih diagnostika // Veterinariya. - 2000. - № 6. - S. 22-29.*
7. Onishchenko G.G. *Sostoyanie zabolevaemosti parazitarnymi boleznyami v 1998 godu i mery po ego stabilizatsii v Rossijskoj Federacii, // Med. parazitov. - 2000. - № 1. - S. 3-7.*
8. Onishchenko G.G. *Zabolevaemost' parazitarnymi boleznyami v Rossijskoj Federacii n osnovnye napravleniya deyatelnosti po ee stabilizatsii. // Med. parazitol. - 2002. - №4. - S. 7-10.*
9. Onishchenko G.G. *O merah po usileniyu profilaktiki parazitarnykh boleznej v Rossii. // Medicinskaya parazitologiya. - 2003. - № 3. - S. 3-7.*
10. Onishchenko G.G. *Sotsial'no gigienicheskie problemy zdorov'ya detej i podrostkov. // Gig. i san. - 2001. - S. 7-11*
11. Romanenko H.A. *Sanitarnaya parazitologiya / N.A. Romanenko, I.K. Padchenko, N.V. CHEbyshev. - M.: Medicina, 2001. - 259 s.*
12. Sonin M.D., Beehr S.A., Rojzman V.A. *Zakonomernost' formirovaniya parazitarnogo zagryazneniya sredy v urbanizirovannykh ehkossistemah // Med. parazitologiya i parazitarnye bolezni - 2000. - № 1 - S. 7-11*



УДК 633.15: 631.5:632.5

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА СОРНЫЙ КОМПОНЕНТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ПРУДНИКОВ Анатолий Дмитриевич, д-р с.-х. наук, профессор кафедры агрономии, землеустройства и экологии, prudnikov_47@mail.ru

СОЛНЦЕВА Ольга Ивановна, аспирант кафедры агрономии, землеустройства и экологии, olga.olga.93.00@mail.ru

ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА

Целью исследований явилось теоретическое изучение воздействия применяемых гербицидов на сорную растительность при выращивании раннеспелых гибридов кукурузы. Изучена эффективность воздействия гербицидов разных препаратных форм и разных фирм-производителей. Выявлено, что по степени уничтожения сорняков не отмечены существенные различия между гербицидами Аденго, МайсТер Пауэр и Элюмис. Менее эффективно уничтожал сорняки Титус Плюс и Люмакс. Разная эффективность уничтожения сорняков оказала влияние на урожайность сухого вещества. Самая высокая урожайность получена при применении МайсТер Пауэр – 14,56 т/га с.в. у гибрида Каскад 166 за счет существенного повышения урожайности в благоприятном для кукурузы 2018 году. Урожай-



ность при внесении Аденго, Элюмис и Люмакс была ниже, но находилась в пределах С. Достоверное снижение урожайности получено при обработке посевов гербицидом Титус Плюс. Анализируя урожайность по годам, необходимо отметить, что неблагоприятный температурный режим, который наблюдался в июне 2017 года, способствовал формированию более низкой урожайности во всех вариантах, за исключением контрольного. Этот факт говорит о том, что, несмотря на огромные успехи селекционеров по созданию раннеспелых гибридов кукурузы, стрессовое воздействие неблагоприятного температурного режима может привести к существенному недобору урожая и даже к снижению качества корма. Сравнительная оценка отечественного гибрида Каскад 166, селекцией ООО «Россошьгибрид» и импортного фирмы Пионер П7709 показала, что на дерново-подзолистых слабокультуренных почвах преимущество имел отечественный сорт, причем эти различия были более значительны в неблагоприятный по температурным условиям год.

Ключевые слова: гербицид, защита растений, урожайность, сорняки.

Введение

В посевах кукурузы в условиях Смоленской области встречается около 200 видов сорных растений из 30 семейств [1,2,6]. Сорняки ухудшают водный, пищевой и световой режимы посевов, как следствие – снижается урожайность зеленой массы кукурузы на 5-10% на слабозасоренных полях, на 15- 20% на средnezасоренных полях и в 1,5-2 раза и более на сильнозасоренных полях [2,3,4].

Состав и вредоносность сорняков в агроценозах кукурузы в Смоленской области зависят от многих факторов: почвенно-климатических условий; предшественника; обработки почвы и, прежде всего, от способа борьбы с сорняками.

Кукуруза считается одним из наиболее слабых конкурентов сорных растений в агрофитоценозах, уступающая, например, более чем в 10 раз озимым колосовым культурам в угнетении сорняков. На первых этапах органогенеза в посевах кукурузы создаются наиболее благоприятные условия развития всех биогрупп сорняков [5,6,7]. Те сорняки, у которых биологические циклы совпадают с циклами кукурузы, являются наиболее вредоносными для нее [1,7].

Оценка вредоносности сорных растений для посевов кукурузы

В Смоленской области наиболее распространенными сорняками в посевах кукурузы являются следующие: просо куриное, пырей ползучий, мятлик однолетний, лебеда раскидистая, ярутка полевая, пастушья сумка, марь белая, галинсога мелкоцветная, полынь обыкновенная, торица полевая и другие [6].

В результате исследований многих ученых было установлено, что 80-85% всходов ранних и поздних яровых и многолетних сорняков прорастают с начала весенних полевых работ до фазы 8-10 листьев у кукурузы, и лишь 15-20% после наступления этой фазы [5, 6].

Пик конкурентных взаимоотношений между сорняками и кукурузой длится около 35 дней при малолетнем, 25 дней при многолетнем типах засоренности, соответственно. Как показывает практика, сорняки, которые взошли раньше – более вредоносны, чем взошедшие позднее. Поэтому для предотвращения потерь урожая сорняки нужно удалять с посевов кукурузы в короткие сроки [7].

В настоящее время наиболее эффективным и экономически оправданным считается химический метод борьбы с сорняками, так как на рынке по-

явилось значительное количество селективных для кукурузы гербицидов. Сейчас ассортимент гербицидов, которые разрешены к применению в России на посевах кукурузы, составляет более 80 наименований, но утверждать, что потери урожая кукурузы от сорняков устранены, нельзя. Оценки специалистов показывают, что, к сожалению, засоренность посевов кукурузы по-прежнему высока. Поля кукурузы сильно засорены не только многолетниками: пыреем ползучим (*Elytrigia repens*), бодяком полевым (*Cirsium arvense*), полынь обыкновенной (*Artemisia vulgaris*), одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale*), но малолетними сорняками: просом куриным (*Echinochloa crus-galli*), яруткой полевой (*Thlaspi arvense*), пастушьей сумкой (*Capsella bursa-pastoris*), марью белой (*Chenopodium album*), которые при несвоевременной борьбе с ними резко снижают урожай.

Комплекс мер по борьбе с сорняками должен быть экономически оправдан и, прежде всего, основываться на оценке целесообразности проведения мероприятий для защиты культурных посевов на основании экономического порога вредоносности и целесообразного подбора гербицидов. Выбранный препарат должен соответствовать флористическому составу сорняков на конкретном выбранном поле [1,7] и обязательно необходимо учитывать погодные условия.

Поэтому вопрос об изучении спектра действия различных гербицидов, а также оценка их эффективности (биологической, хозяйственной и экономической) на сегодня очень актуален.

Методика проведения опыта и результаты наблюдений

В 2016-2018 гг. на опытном поле Смоленской ГСХА была проведена оценка эффективности ряда гербицидов. Опыты проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в 2016 году на средне-окультуренной почве на опытном участке 1 со следующими агрохимическими свойствами: гумус – 2,03%; рН – 5,63; подвижный фосфор – 145 и обменный калий – 110 мг/кг; на опытном участке 2 – соответственно: 1,79 %; 4,95; 107 и 62 мг/кг.

Схема опыта в 2017-18 гг. включала изучение следующих вариантов:

Фактор А – гибриды кукурузы: I. Каскад 166 СВ, II. Пионер 7709.

Фактор В – гербициды:

- 1) контроль (без обработок);
- 2) междурядная обработка (двукратно);



3) Аденго – обработка после посева до появления всходов (0,5 л/га);

4) Аденго – обработка после появления всходов (0,5 л/га);

5) МайсТер Пауэр – обработка в фазу 4-5 листьев (1,5 л/га);

6) Титус Плюс – обработка в фазу 3-4 листьев (0,385 кг/га);

7) Элюмис – обработка в фазу 4-5 листьев (1,5 л/га);

8) Люмакс – обработка в фазу 4-5 листьев (4,0 л/га).

Повторность опыта четырехкратная, площадь учетной делянки 20 м². Исследования проводили по общепринятым методикам, учет сорняков проводился количественным методом на постоянных учетных площадках; учет урожая – сплошным методом.

Кукуруза выращивалась на силос по зерновой технологии, т.е. уборка проводилась в фазу восковой спелости зерна. В сентябре на участке

проводили зяблевую вспашку, весной под культивацию вносили по 3 ц/га азотфоски. В фазу 6-8 листьев проводили подкормку аммиачной селитрой – 1 ц/га. Посев проводили сеялкой Amazone-3000 с междурядьями 72 см. Высевали 80 тысяч всхожих семян на 1 га раннеспелых гибридов кукурузы с ФАО 170.

Погодные условия в 2017 году были неблагоприятными, так как в июне температура была ниже среднемноголетней на 2,2° С, в середине месяца ночные температуры снижались до -1° С, что привело к изреживанию посевов и замедлению темпов роста и развития кукурузы.

В опытах не было отмечено специфической реакции изучаемых гибридов на применяемые гербициды, поэтому чувствительность доминирующих видов сорняков приведена по одному из гибридов.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод об отличиях в спектре действия выбранных нами гербицидов (таблицы 1,2).

Таблица 1 – Видовой состав сорняков через 20 дней после обработки гербицидами на гибриде Каскад 166, 2017-2018 гг.

Сорняк	Аденго до появления всходов	Аденго после появления всходов	МайсТер Пауэр	Титус Плюс	Элюмис	Люмакс
Просо куриное (Echinochloa crus-galli)	2/1	3/2	4/ -	5/6	6/3	3/2
Пырей ползучий (Elytrigia repens)	1/1	4/2	2/2	6/4	2/4	1/1
Бодяк полевой (Cirsium arvense)	1/2	1/1	1/1	4/7	- / -	1/ -
Мялик однолетний (Poa annua)	- / -	1/1	- / -	3/2	4/3	- / -
Лебеда раскидистая (Atriplex patula)	1/1	- / -	1/1	2/1	2/2	- / -
Ярутка полевая (Thlaspi arvense)	- / -	- / 1	- / -	1/3	- / -	- / -
Пастушья сумка (Capsella bursa-pastoris)	- / -	1/1	- / -	2/3	3/2	- / -
Марь белая (Chenopodium album)	- / -	2/2	- / -	1/2	1/ -	- / -
Галинсога мелкоцветная (Galinsoga parviflora)	- / -	- / -	- / -	- / 1	- / -	- / -
Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	1/2	отсутствовала/1	1/2	2/1	- / 3	3/2
Торица полевая (Spergula arvensis)	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	2/1
Фиалка полевая (Viola arvensis)	- / 1	1/ -	- / -	2/3	1/2	- / -
Ромашка непахучая (Matricaria inodora)	1/1	1/ -	- / 1	1/3	1/4	- / -

Примечание: числитель – количество сорняков в 2017 г., знаменатель – количество сорняков в 2018 г.



Полученные данные показывают, что практически все применяемые гербициды эффективно подавляли большинство сорных растений. Наиболее распространенные в посевах многолетние и однолетние сорняки: пырей ползучий, бодяк полевой, просо куриное, марь белая, ярутка полевая, пастушья сумка, гулявник, марь белая погибали полностью в течение 20-25 дней и не появлялись повторно в посевах. Менее эффективным действием характеризовался гербицид Титус Плюс, который удовлетворительно уничтожал пырей ползучий, пастушью сумку и фиалку полевую. Нужно отметить еще один важный недостаток этого гербицида, который оказывает стрессовое воздействие на растения кукурузы, если после обработки посевов стоит сухая жаркая погода. В этом случае наблюдается порозовение листьев кукурузы, которое сохранялось у гибрида Каскад 166 в течение 8-10 дней, у П 7709 – в течение 5-8 дней.

Специфические различия гербицидов проявлялись в эффективности действия на некоторые трудно искореняемые сорняки, к которым можно отнести полыни обыкновенную и горькую, дымянку лекарственную, козлятник восточный. В 2017 году большинство гербицидов не подавляли полынь обыкновенную вообще, оказывали на нее слабое воздействие (МайсТер Пауэр, Элюмис). В 2018 году полынь на 70-80% уничтожалась Аденго при довсходовом применении и МайсТер Пауэр.

Сорняки полынь горькая и дымянка лекарственная имели незначительное распространение и поэтому можно отметить, что все испытываемые препараты их не уничтожали, а лишь подавляли их рост.

Важно отметить, что ряд малолетних сорняков (яровые поздние и яровые ранние) способны давать всходы во второй половине лета. Это относится к таким видам как куриное просо, галинсога мелкоцветная, фиалка полевая. Однако в это вре-

мя растения кукурузы уже сформировали мощный ассимиляционный аппарат, и поэтому сорные растения растут только по краям делянок или в местах выпадения растений кукурузы.

На основании мониторинга видовой чувствительности сорняков к действующим веществам гербицидов, проведенного нами в течение двух лет, можно отметить, что более эффективно в защите кукурузы от сорной растительности себя проявляли гербициды Аденго (до всходов и после всходов), МайсТер Пауэр, и Люмакс. Применение вышеперечисленных гербицидов обеспечило эффективную защиту посевов кукурузы от большинства сорняков и наибольшую прибавку урожайности сухого вещества в среднем за два года исследований (табл. 3).

Несмотря на различия в погодных условиях в 2017 и 2018 гг. степень засоренности посевов до обработки гербицидами мало различалась по годам и вариантам, хотя кукуруза размещалась по разным предшественникам: в 2017 г. – по яровым зерновым, в 2018 г. – по кукурузе. Это является косвенным подтверждением больших запасов сорняков, накопленных в предшествующие годы. Различия в засоренности по годам проявились в контрольных вариантах во второй половине вегетации вследствие того, что в 2018 году доля однолетних злаковых сорняков – куриного проса – была значительно выше.

Без применения обработок сорняки сильно угнетали кукурузу. Она отставала в росте и развитии из-за дефицита питательных веществ и сильно выраженного затенения в критический период развития. В результате этого урожайность в среднем за 2 года составляла 4,54 т/га с.в. у гибрида Каскад 166 и 3,95 т/га у гибрида П 7709. В неблагоприятном по температурным условиям 2017 году гибрид Каскад 166 достоверно превосходил по урожайности П 7709. В благоприятном для кукурузы 2018 году различий не было.

Таблица 2 – Эффективность гербицидов в посевах гибрида кукурузы в 2017-2018 гг.

Вариант	Засоренность перед уборкой								Урожайность с..в., т/га	
	двудольные				злаковые		всего		2017г	2018г
	однолетн.		многолетн.		*	**	*	**		
	*	**	*	**						
Каскад 166										
1	257	-	3	-	149	-	408	-	4,22	4,86
2	52	80	3	0	35	88	90	77	7,82	11,95
3	5	98	0	100	10	93	15	96	12,63	16,04
4	1	99	1	67	7	95	9	98	12,86	14,97
5	4	98	1	67	13	91	18	96	11,81	17,30
6	36	86	3	0	16	91	55	88	9,12	13,17
7	2	99	3	0	9	94	14	96	11,74	15,29
8	26	90	2	33	17	89	45	89	12,05	15,31
П 7709										
1	225	-	3	-	170	-	396	-	3,40	4,50
2	54	76	2	33	42	75	98	75	7,51	10,97
3	7	97	-	100	4	98	11	97	10,92	14,55



4	2	99	1	67	4	98	7	98	10,43	14,80
5	23	90	1	67	4	98	44	89	9,96	15,12
6	23	90	4	0	21	88	48	93	8,58	11,70
7	10	97	1	67	6	96	18	99	7,45	13,44
8	18	92	2	33	9	94	29	93	10,04	14,92
НСР							4		0,76	0,84
НСР ₀₅ гибрида							12		0,83	0,91
НСР ₀₅ гербицида										

Примечание: * – численность сорняков, шт/м²; ** – гибель сорняков, %

Проведение двукратной междурядной обработки в фазу 4-5 и 10-11 листьев существенно улучшило условия для роста и развития кукурузы. Урожайность по сравнению с контролем увеличилась в 2,18 раза у гибрида Каскад 166 и в 2,34 раза у гибрида П 7709. Однако в этом варианте степень засоренности посевов быстро нарастала и к концу вегетации сохранившиеся 23% и 25% сорняков формировали значительную массу, достигавшую 0,67-0,84 т/га сухого вещества, поглощая значительное количество питательных веществ, что не могло не отразиться на урожайности культуры.

Изучаемые в опыте гербициды достаточно эффективно подавляли сорняки. Доля гибели однолетних двудольных сорняков колебалась от 86-90% при обработке посевов гербицидом Титус Плюс и до 99% у гербицида Аденго, при внесении его по всходам.

Многолетних двудольных сорняков в посевах было немного, их полная гибель наблюдалась при внесении Аденго по всходам, однако сохранившиеся к уборке многолетние сорняки сохранялись в угнетенном состоянии и не оказывали влияния на формирование урожая кукурузы.

Уровень гибели злаковых сорняков был несколько ниже и колебался от 88-89% у Титус Плюс до 95-98% при использовании Аденго по всходам.

По степени уничтожения сорняков не отмечены существенные различия между гербицидами Аденго, МайсТер Пауэр и Элюмис. Менее эффективно уничтожал сорняки Титус Плюс и Люмакс.

Разная эффективность уничтожения сорняков оказала влияние на урожайность сухого вещества. Самая высокая урожайность получена при применении МайсТер Пауэр – 14,56т/га с.в. у гибрида Каскад 166 за счет существенного превышения урожайности в благоприятном для кукурузы 2018 году. Урожайность при внесении Аденго, Элюмис и Люмакс была ниже, но находилась в пределах среднегодовых значений. Достоверное снижение урожайности получено при обработке посевов Титус Плюс.

Заключение

Анализируя урожайность по годам, необходимо отметить, что неблагоприятный температурный режим, который наблюдался в июне 2017

года, способствовал формированию более низкой урожайности во всех вариантах, за исключением контрольного. Этот факт говорит о том, что, несмотря на огромные успехи селекционеров по созданию раннеспелых гибридов кукурузы, это стрессовое воздействие может привести к существенному недобору урожая и даже к снижению качества корма.

Сравнительная оценка отечественного гибрида Каскад 166, селекции ООО «Россошьгибрид» и импортного фирмы Пионер П7709 показала, что на дерново-подзолистых слабокультуренных почвах преимущество имел отечественный сорт, причем эти различия были более значительны в неблагоприятный по температурным условиям год.

В заключение можно отметить, что в условиях Смоленской области получать высокие урожаи зеленой массы кукурузы невозможно без применения средств защиты растений – гербицидов. Более высокой степенью уничтожения сорняков характеризовались гербициды Аденго и МайсТер Пауэр.

Список литературы

1. Акимов, А. А. Теоретические и практические аспекты применения современных гербицидов в посевах зерновых культур [Текст] / А. А. Акимов. – Тверь : Тверская ГСХА. – 2014. – 215 с.
2. Артохин, К. С. Сорные растения [Текст] / К. С. Артохин. - М., 2010. - 272 с.
3. Багрянцева, В. Н. Новый гербицид для защиты кукурузы [Текст] / В. Н. Багрянцева // Кукуруза и сорго. - 2012. - №2. - С. 13-14.
4. Методические указания по испытанию гербицидов в растениеводстве / под ред. Воеводина А.В. - М. : Колос, 1969. - 40 с.
5. Панфилов, А. Э. МайсТер Пауэр в посевах кукурузы [Текст] / А. Э. Панфилов, В. С. Ильин, С. Б. Саитов // Защита и карантин растений. – 2015. - №5. - С. 16-17
6. Прудников, А. Д. Рекомендации по возделыванию кукурузы на силос [Текст] / А. Д. Прудников, Т. И. Рыбченко, А. Г. Прудникова. - Смоленск, 2015. - 34 с.
7. Шпаар, Д. Кукуруза [Текст] / Д. Шпаар. - DLV Агродело, 2010. - 389 с.

EFFECT OF HERBICIDES ON WEED COMPONENT IN THE CULTIVATION OF EARLY MATURING HYBRIDS OF MAIZE IN THE CONDITIONS OF THE SMOLENSK REGION

Prudnikov Anatoliy D., doctor of agricultural Sciences, Professor of the Department of agronomy, land management and ecology, prudnikov_47@mail.ru



Solntseva Olga I., post-graduate student of the Department of agronomy, land management and ecology, olga.olga.93.00@mail.ru
Smolensk state agricultural Academy

The aim of the research was a theoretical study of the impact of herbicides on weed vegetation in the cultivation of early-maturing maize hybrids. The effectiveness of herbicides of different formulations and different manufacturers was studied. It is revealed that the degree of destruction of weeds not significant differences between herbicide Adengo, Meister Power and Lumis. Less effectively destroyed weeds Titus Plus and LUMAX. Different efficiency of weed destruction had an impact on the yield of dry matter. The highest yield obtained by applying the Meister Power of 14.56 t/ha C. in the hybrid Cascade 166 due to a substantial excess of yields in favorable for corn 2017. Yields when making Adengo, Elumis and LUMAX was lower, but was within the statistical error. A significant decrease in yield was obtained in the processing of crops Titus Plus. Analyzing the yield by year, it should be noted that the unfavorable temperature regime, which was observed in June 2017, contributed to the formation of lower yields in all variants, except for the control one. This fact suggests that, despite the huge success of breeders to create early-maturing maize hybrids, this stressful effect can lead to a significant shortage of crops and even reduce the quality of feed. Comparative assessment of domestic hybrid Cascade 166, breeding, ООО "Rossosh'gibrid" and import company pioneer П7709 showed that in sod-podzolic soils slabosolenym had the advantage of the domestic variety, and these differences were more significant in adverse temperature conditions.

Key words: herbicide, plant protection, yield, weeds.

Literatura

1. Akimov, A.A. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty primeneniya sovremennykh gerbicidov v posevakh zemnykh kul'tur* [Tekst] A.A. Akimov. – Tver': Tverskaja GSHA. – 2014. – 215 s.
2. Artohin K.S. *Sornye rasteniya* [Tekst] K.S. Artohin / M., 2010. 272 s.
3. Bagrjanceva, V.N. *Novyj gerbicide dlja zashhity kukuruzy* [Tekst] V.N. Bagrjanceva //Kukuruza i sorgo, 2012, №2. S.13-14.
4. *Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu gerbicidov v rastenievodstve / pod red. Voevodina A.V. M.: Kolos, 1969. 40 s.*
5. Panfilov, A.JE. *MajsTer Paujer v posevakh kukuruzy* [Tekst] A.JE. Panfilov, V.S. Il'in, S.B. Saitov// Zashhita i karantin rastenij, 2015, №5. S. 16-17
6. Prudnikov, A.D. *Rekomendacii po vzdelyvaniju kukuruzy na silos.* [Tekst] A.D. Prudnikov, T.I. Rybchenko, A.G. Prudnikova. Smolensk, 2015. - 34 s.
7. SHpaar, D. *Kukuruza* [Tekst] D. SHpaar. DLV Agrodelo, 2010, 389 s.



УДК [631.82: 581.174.1 + 631.811] 581.543

ВЛИЯНИЕ НАНОПОРОШКА ЖЕЛЕЗА НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА, КАРОТИНОИДОВ И МАРГАНЦА В ДВУХЛЕТНЕЙ ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ГОДА

ФАДЬКИН Геннадий Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, g-fadkin@mail.ru

БУРДУЧКИНА Татьяна Владимировна, аспирант кафедры лесного дела, агрохимии и экологии
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Цель исследований заключалась в изучении влияния применения нанопорошка железа на динамику содержания хлорофилла, каротиноидов и марганца в двухлетней хвое сосны обыкновенной в зависимости от времени года. Исследования проводились в Мурманском участковом лесничестве ГКУ РО «Солотчинское лесничество», в восьмилетних лесных культурах сосны обыкновенной, на двух пробных площадях: 1 – деревья, корневая система которых при посадке не обрабатывалась нанопорошком железа; 2 – деревья, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа. В опыте использовался нанопорошок железа с размером частиц 20-30 нм. Объектом исследования являлась двухлетняя хвоя сосны обыкновенной. Было отмечено, что обработка корневой системы нанопорошком железа при посадке растений положительно повлияла на содержание хлорофилла, каротиноидов и марганца. При этом, содержание обеих форм хлорофилла в двухлетней хвое сосны обыкновенной изменялось в зависимости от времени года с наибольшим содержанием в июле и наименьшим в феврале. Однако следует отметить, что содержание хлорофилла А в июле и июле



было ниже на 0,01-0,03 мг/г сырого веса в двухлетней хвое деревьев, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа. Содержание каротиноидов в хвое также различалось по месяцам в течение года. Их содержание в хвое сосны обыкновенной было противоположно содержанию хлорофилла. Наибольшее содержание отмечалось в феврале, а наименьшее – в июле. Аналогичная ситуация отмечалась по содержанию марганца в хвое. При этом, в двухлетней хвое деревьев, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа, увеличение содержания марганца по сравнению с необработанными нанопорошком железа деревьями в летние месяцы не превышало 5 мг/г сухого веса, с ноября по март это увеличение достигало 103 мг/г сухого веса. Кроме того, было отмечено повышение температуры хвои по сравнению с температурой окружающей среды, что обуславливает возможность осуществления фотосинтеза хвойными древесными породами в зимний период.

Ключевые слова: лесные культуры сосны обыкновенной, двухлетняя хвоя, нанопорошок железа, хлорофилл А и В, каротиноиды, марганец.

Введение

Процесс фотосинтеза, т.е. образование зелеными растениями органического вещества из неорганических соединений при участии световой энергии по своему значению и размаху является самым грандиозным биологическим процессом, который совершается на нашей планете.

В свою очередь, эволюционные процессы позволили вечнозеленым хвойным древесным породам в различных условиях континентального климата выработать определенные адаптивные реакции фотосинтеза. Годовая цикличность сезонных изменений фотосинтетических процессов у данных пород позволяет исследовать пластические возможности фотосинтетического аппарата в зависимости от абиотических факторов и условий минерального питания, что представляет определенный интерес с точки зрения прикладных экологических, физиологических и лесоводственных исследований и дает возможность обосновать применение в лесовосстановлении новых препаратов, определяющих условия питания растений, в частности нанопорошка железа [6].

Взаимодействие древесных пород с окружающей средой базируются на экологических и физиологических процессах. Их исследование имеет определенное значение в географическом понимании леса и анализе соответствия процессов обмена веществ абиотическим факторам, к которым относится климат [5]. Важное значение имеет ответная реакция деревьев на действие низкой температуры, которая сопровождается физиологическими и биохимическими изменениями, затрагивающими разные стороны обмена веществ клетки растения. Отрицательное действие низких температур зависит от диапазона понижения и длительности их действия. Так, даже относительно небольшое понижение температуры в сторону отрицательных значений приводит к замедлению основных физиологических процессов, к которым относится фотосинтез, что негативно сказывается на растениях, в том числе древесных [8]. При этом величина температурного коэффициента фотосинтеза будет зависеть от интенсивности света. Анализ зависимости фотосинтеза от температуры и освещенности позволил установить, в каких условиях лимитирующим является освещенность, а в каких температура, так при высокой освещенности скорость фотосинтеза в большей степени зависит от температуры окружающей среды.

Для выяснения характера протекания фотосинтетической реакции растений в условиях воздействия неблагоприятных факторов, включая отрицательные температуры, вечнозеленые хвойные породы деревьев являются такими объектами. Они позволяют проводить круглогодичные исследования в естественных условиях произрастания, т.к. большинство из них способны сохранять хвою круглый год и предположительно осуществлять фотосинтез даже зимой, т.е. при отрицательных температурах. Данная способность свидетельствует о широте действия и специфичности состояния фотосинтеза хвойных пород [3].

Изучение зависимости процесса фотосинтеза от освещенности и температуры позволило определить роль световой и темновой фаз данного процесса в искусственных средах. Однако, на современном этапе большее значение имеют исследования, характеризующие работоспособность хлорофилла непосредственно в листьях и хвое растений в естественных условиях произрастания. Данными исследованиями было показано, что количество CO_2 , усвоенного в процессе фотосинтеза, при расчете на единицу хлорофилла тем выше, чем меньше содержание хлорофилла [8].

По данным литературных источников известно значительное влияние микроэлементов, в том числе марганца, на содержание пигментов, в частности каротиноидов, и активность работы фотосинтетического аппарата. Их количество определяет интенсивность процессов. Особая роль отводится марганцу, который напрямую влияет на синтез хлорофилла. Это влияние связано с наличием марганца в составе флавиновых ферментов, которые принимают участие в синтезе порфириногена. Кроме того, марганец предохраняет хлорофилл от разрушения, участвуя в укреплении связи белок-хлорофилл. [4].

С теоретической точки зрения изучение содержания хлорофилла, каротиноидов и марганца в хвое сосны обыкновенной в зависимости от погодных-климатических условий позволяет обосновать сезонные изменения, происходящие в растительном организме изучаемой породы, а с практической точки зрения информация о содержании вышеуказанных параметров позволит прогнозировать накопление органических соединений в растениях, что, в свою очередь, является одним из параметров, определяющих продуктивность древостоя и качество древесины.



В связи с вышеизложенным целью исследований являлось изучение влияния применения нанопорошка железа на динамику содержания хлорофилла, каротиноидов и марганца в двухлетней хвое сосны обыкновенной в зависимости от времени года.

Методика исследований

Исследования проводились в восьмилетних лесных культурах сосны обыкновенной, заложенных в Мурманском участковом лесничестве ГКУ РО «Солотчинское лесничество» на дерново-подзолистой почве, ТЛУ 2А (свежие боры).

В опыте использовался нанопорошок железа с размером частиц 20-30 нм. Для отбора исходной навески нанопорошка железа использовались аналитические весы, которые позволяют взвешивать с точностью до 0,0002-0,0001 г. Растворение навески нанопорошка железа в дистиллированной воде согласно ТУ 931800-001-42720760-96 проводилось методом диспергирования с использованием ультразвуковой ванны модели ПСБ-5735-05. Приготовленная суспензия может храниться в закрытой емкости не более трех суток. Корневая система сеянцев сосны обыкновенной перед посадкой замачивалась в приготовленной суспензии (концентрация нанопорошка железа 0,0002%) в течение 20 минут. Опыт заложен весной 2010 года.

Объектом исследования являлась двухлетняя хвоя сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.). В данном возрасте хвоя обладает наибольшей фотосинтетической активностью. Образцы хвои отбирали из средней части кроны деревьев с двух пробных площадей:

1 – деревья, корневая система которых при посадке не обрабатывалась нанопорошком железа;

2 – деревья, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа.

Содержание хлорофилла А и В, каротиноидов и марганца в двухлетней хвое сосны обыкновенной определялось спектрофотометрическим методом.

Результаты исследований

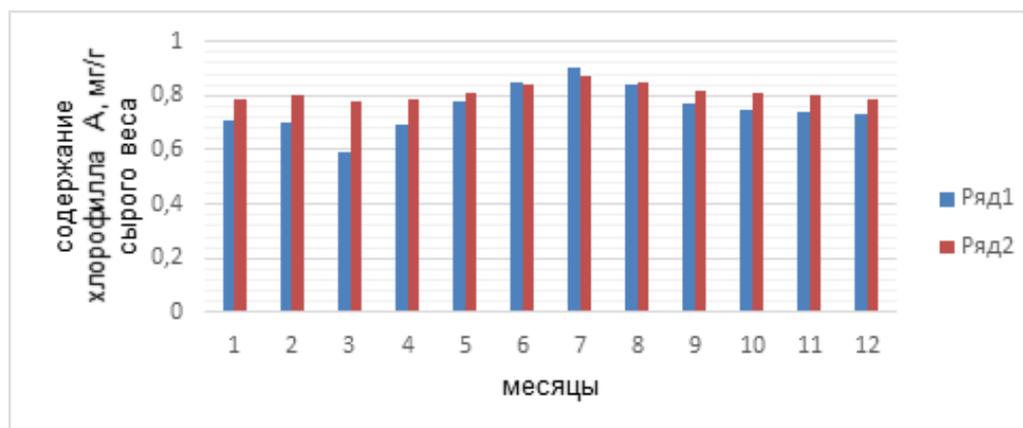
Сосна обыкновенная как древесная порода в течение года подвергается воздействию различных факторов, к которым относятся климатические условия, характерные для конкретных условий, в частности отрицательные температуры в позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды. Возможной причиной высокой устойчивости данной древесной породы, определяющей экологическую пластичность, является оптимальное соотношение окислительных и восстановительных процессов в клетке как в благоприятных условиях, так и в стрессовом состоянии [2].

Результаты исследований показали, что содержание хлорофилла в двухлетней хвое сосны обыкновенной зависит от времени года. Так, содержание хлорофилла А в марте не превышало 0,78 мг/г сырого веса, к июлю его содержание повысилось до 0,87-0,9 мг/г сырого веса (наивысшее значение), а к февралю содержание хлорофилла А снизилось до 0,7-0,8 мг/г сырого веса.

Динамика содержания хлорофилла В имела аналогичную картину: в марте содержание хлорофилла В не превышало 0,25 мг/г сырого веса, к июлю его содержание повысилось до 0,28-0,3 мг/г сырого веса (наивысшее значение), а к февралю значение содержания хлорофилла В снизилось до 0,15-0,26 мг/г сырого веса. Таким образом, гистограммы содержания хлорофилла А и В имеют одновершинную форму, причем наивысшее значение приходится на летние месяцы. Наши данные согласуются с исследованиями Е.Н. Ясаковой [8], которая отмечала наличие зависимости величины структуры хлоропластов от времени года, приводящих к уменьшению или увеличению содержания хлорофилла в листьях и хвое в соответствующие периоды. В целом применение нанопорошка железа несколько повысило содержание хлорофилла. Однако следует отметить, что содержание хлорофилла А в июне и июле было ниже на 0,01-0,03 мг/г сырого веса в двухлетней хвое деревьев, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа. Это указывает на то, что в период вегетации исследуемый фактор (применение нанопорошка железа) может выступать ингибитором образования хлорофилла А. Положительность или отрицательность данного процесса необходимо дополнительно исследовать.

Кроме хлорофилла важную роль в процессе фотосинтеза играют каротиноиды, которые в качестве дополнительных пигментов участвуют в поглощении света и защищают хлорофилл от разрушения, а также участвуют в защите клеток от воздействия неблагоприятных факторов среды. Их содержание в хвое сосны обыкновенной было противоположно содержанию обеих форм хлорофилла. Наименьшее содержание отмечалось в июле (не более 0,37 мг/г сырого веса), к февралю это значение возросло до 0,4-0,45 мг/г сырого веса.

Для хвои с деревьев, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа, в целом характерно более высокое содержание хлорофилла и каротиноидов по сравнению с хвоей деревьев, корневая система которых при посадке не обрабатывалась нанопорошком железа. Такое различие мы связываем с разной скоростью развития хвои. Более низкое содержание обеих форм хлорофилла и каротиноидов в двухлетней хвое деревьев, корневая система которых при посадке не обрабатывалась нанопорошком железа, обусловлено, с одной стороны, тем, что в ней формирование фотосинтетического аппарата в летний период ее развития замедлено, а с другой стороны, частичным разрушением хлоропластов и хлорофилла в период с отрицательными температурами. Таким образом, обработка корневой системы суспензией нанопорошка железа при посадке оказывает пролонгированное действие через величину содержания хлорофилла и каротиноидов. Результаты исследования хлорофилла А и В, а также каротиноидов в двухлетней хвое в зависимости от времени года с учетом применения нанопорошка железа представлены на рисунках 1,2,3.



Здесь и далее:

ряд 1 – деревья, корневая система которых при посадке не обрабатывалась нанопорошком железа;
ряд 2 – деревья, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа

Рис.1 – Содержание хлорофилла А в двухлетней хвое сосны обыкновенной

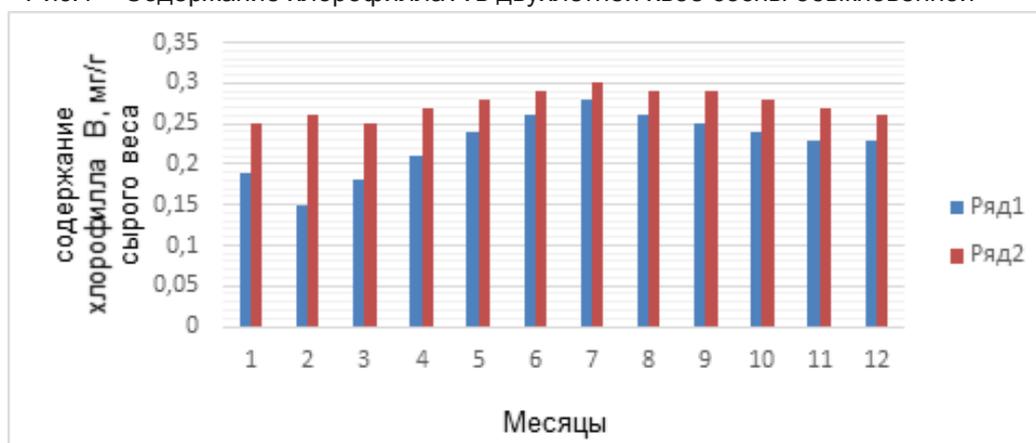


Рис.2 – Содержание хлорофилла В в двухлетней хвое сосны обыкновенной

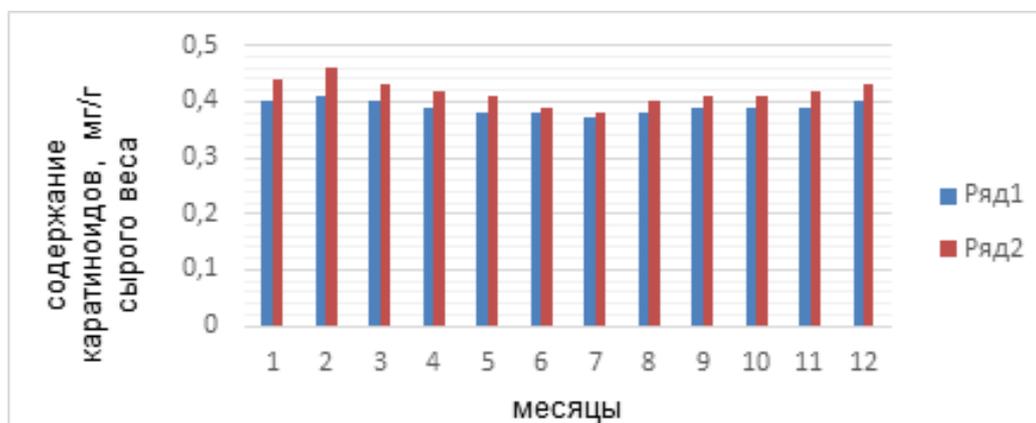


Рис. 3 – Содержание каротиноидов в двухлетней хвое сосны обыкновенной

Реакция сосны обыкновенной на воздействие температурного фактора может быть рассмотрена с точки зрения динамики накопления марганца в хвое сосны обыкновенной в зависимости от времени года. В результате исследований нами было отмечено, что содержание данного микроэлемента в двухлетней хвое сосны обыкновенной в расчете на абсолютно сухой вес значительно изменяется в зависимости от времени года (рис.4). Так, в двухлетней хвое деревьев, корневая система которых при посадке не обрабатывалась на-

нопорошком железа, начиная с сентября (100 мг/г сухого веса) содержание марганца значительно увеличивается, достигая наивысшего значения в декабре (140 мг/г сухого веса), заметное снижение содержания данного микроэлемента начинается с марта (135 мг/г сухого веса), минимальное же содержание марганца приходится на август (61 мг/г сухого веса). Это согласуется с литературными данными [7,8], согласно которым концентрация данного микроэлемента выше в неблагоприятные по температурным показателям месяцам года. В



эти периоды марганец совместно с каротиноидами играет основополагающую роль в процессе фотосинтеза. В двухлетней хвое деревьев, корневая система которых при посадке обрабатывалась нанопорошком железа, увеличение содержания марганца по сравнению с необработанными нанопорошком железа деревьями также зависело от времени года: в летние месяцы оно не превышало 5 мг/г сухого веса, с ноября по март повышение значения колебалось от 50 мг/г сухого веса до 103 мг/г сухого веса. Мы предполагаем, что наноразмерное железо, оказывающее пролонгированное действие, влияет на содержание марганца. При этом происходит стимуляция его накопления в двухлетней хвое в неблагоприятные по температурным условиям для сосны обыкновенной периоды.

Многочисленными исследованиями установлено, что адаптация древесных растений к воздействию отрицательных температур протекает по пути формирования защитной системы, снижающей процесс окисления. Так, Кизеев А.Н.[1] в сво-

ей работе указывал, что высокая концентрация марганца, катализирующая образование соединений с высоким окислительным потенциалом, необходима растениям для синтеза органических веществ с высоким восстановительным потенциалом. В связи с этим марганец способен оказывать прямое и косвенное влияние на фотосинтез. Это дает возможность предположить, что высокая концентрация данного микроэлемента в зимние месяцы может быть одной из возможных причин устойчивости сосны обыкновенной к действию ведущего повреждающего фактора – отрицательной температуры, что позволяет данной древесной породе иметь достаточное количество экотипов при большой площади ареала распространения. В свою очередь нанопорошок железа, стимулируя накопление марганца, влияет на процесс фотосинтеза и также может быть дополнением к одной из возможных причин устойчивости сосны обыкновенной к действию ведущего повреждающего фактора – отрицательной температуры.

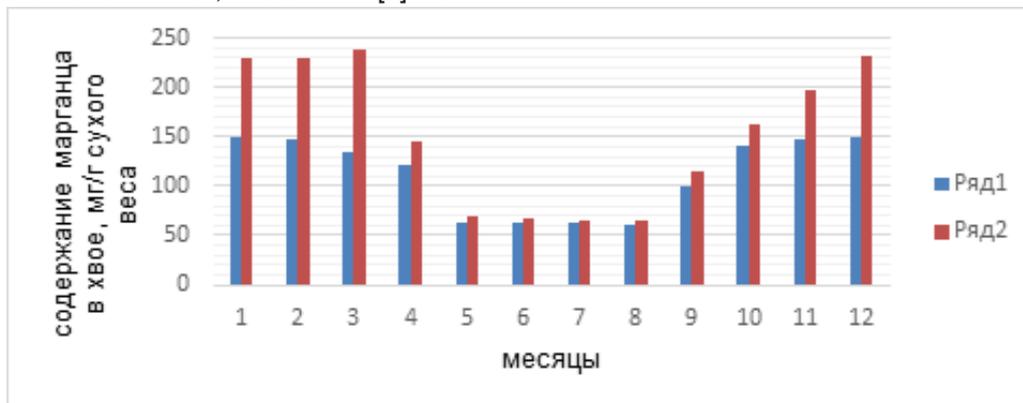


Рис.4 – Динамика содержание марганца в двухлетней хвое сосны обыкновенной

Кроме того, отмечается сопоставимая динамика концентрации марганца и каротиноидов, это связано с тем, что данный микроэлемент участвует в образовании каротиноидов.

В дополнение к основным исследованиям нами была отмечена связь между концентрацией каротиноидов и температурой хвои: повышенное содержание каротиноидов в двухлетней хвое сосны обыкновенной в зимний период обеспечивает повышение температуры хвои на 10-15^o С по сравнению с температурой окружающей среды (повышение температуры отмечалось на обеих пробных площадях, т.е. с применением нанопорошков железа и без них), с учетом того, что замеры проводились в лесных культурах, которые относятся к категории земель, не покрытых лесом. Данный факт обуславливает возможность осуществления фотосинтеза хвойными породами (сосна обыкновенная) в зимний период и заслуживает внимания с точки зрения проведения дальнейших исследований.

Заключение

Таким образом, различное в течение года содержание хлорофилла и каротиноидов в двухлетней хвое сосны обыкновенной зависит от времени

года. Минимальное содержание хлорофиллов А и В отмечается в зимний период, но полного разрушения хлорофиллов в этот период не наблюдается, а наиболее высокое – в летний период.

Одна из причин относительно высокой устойчивости хвойных пород, в частности сосны обыкновенной, к низким отрицательным температурам может быть обусловлена повышением содержания каротиноидов в зимние месяцы. В свою очередь, повышенное их содержание в зимний период обеспечивает повышение температуры хвои на 10-15^o С по сравнению с температурой окружающей среды, что может способствовать осуществлению фотосинтеза в период низких отрицательных температур.

Устойчивость хвойных вечнозеленых пород деревьев (сосна обыкновенная) к действию низких отрицательных температур обусловлена не только повышенным содержанием каротиноидов, но и марганца, содержание которого в зимний период года также наибольшее.

Обработка корневой системы водной суспензией нанопорошка железа при посадке сеянцев сосны обыкновенной способствует повышению содержания как хлорофилла, так и каротиноидов



независимо от времени года.

Список литературы

1. Кизеев, А. Н. Изменения морфологических и физиолого-биохимических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения [Электронный ресурс] / А. Н. Кизеев // Молодой ученый. - 2011. - №3. Т.1. - С. 120-128. — URL <https://moluch.ru/archive/26/2769/>

2. Кузнецов, Н.П. Лесные и лесопарковые экосистемы Рязанской области [Текст] / Н.П. Кузнецов, Д.В. Виноградов, Г.Н. Фадькин, С.В. Сальников. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2014. – 287 с.

3. Фадькин, Г.Н. Использование нанопорошков железа в технологии создания лесных культур сосны обыкновенной [Текст] / Г.Н. Фадькин, А.В. Нестеренко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. -2012., № 3 (15). С. 40-43.

4. Фадькин, Г.Н. Нанокристаллический порошок железа как компонент современной технологии создания лесных культур сосны обыкновенной [Электронный ресурс] / Г. Н. Фадькин, Д.В. Вино-

градов, А. В. Нестеренко, А.В. Щур, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2015, №5. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/5/st_21.doc

5. Хабарова, Т.В. Практикум по экологии [Текст] / Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, В.И. Левин, Г.Н. Фадькин – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2016.

6. Чурилов, Г.И. Биологическое действие наноразмерных металлов на различные группы растений [Текст] / Г.И. Чурилов, С.Д. Полищук, Л.Е. Амплеева [и др.]. - Рязань: Издательство РГАТУ, 2010. — 150 с.

7. Шакирова, Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция [Текст] / Ф.М. Шакирова. - Изд-во: Гилем. – 2001. – 160 с.

8. Ясакова Е.Н. Динамика содержания марганца и пигментов фотосинтеза в хвое сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в зависимости от абиотических факторов [Текст] / Е.Н. Ясакова // Вестник Челябинского государственного университета. – Челябинск. -2005, №1 т. 12. – С. 184-185

INFLUENCE OF IRON NANOPOWDER ON THE CONTENT OF CHLOROPHYLL, CAROTENOIDS AND MANGANESE IN TWO-YEAR-OLD NEEDLES OF THE SCOTCH PINE DEPENDING ON THE SEASON

Fadkin Gennady N., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of the Department of Forestry, Agrochemistry and Ecology, g-fadkin@mail.ru

Burduchkina Tatyana V., Graduate Student, Department of Forestry, Agrochemistry and Ecology Rязan state agrotechnological University named after p. A. Kostychev

The aim of the research was to study the effect of iron nanopowder on the dynamics of the content of chlorophyll, carotenoids and manganese in the two-year-old needles of Scotch pine, depending on the season. The studies were carried out in the Murminskiy District Forestry of "Solotchinskoe Lesnichestvo", with eight-year old pine plantations, in two test areas: 1 - trees, the root system of which was not treated with iron nanopowder when planting; 2 - trees whose root system was treated with nanopowder when planting. Iron nanopowder with a particle size of 20-30 nm were used in the experiment. The object of the study was a two-year-old pine needles. It was noted that the treatment of the root system with iron nanopowders when planting had a positive effect on the content of chlorophyll, carotenoids and manganese. At the same time, the content of both forms of chlorophyll in the biennial needles of Scotch pine varied depending on the season with the highest content in July and the lowest in February. However, it should be noted that the content of chlorophyll A in June and July was lower by 0.01–0.03 mg / g of wet weight in the two-year-old tree needles, the root system of which was treated with iron nanopowder when planting. The content of carotenoids in the needles also varied by month during the year. Their content in the needles of Scotch pine was opposite to the content of chlorophyll. The greatest content was noted in February, and the smallest in July. A similar situation was noted for the content of manganese in the needles. At the same time, in the two-year-old needles of trees whose root system was treated with iron nanopowder when planting, the increase in manganese content compared to those untreated with iron nanopowder in the summer months did not exceed 5 mg / g of dry weight, from November to March the increase reached 103 mg / g of dry weight. In addition, the needles temperature increased in comparison with the ambient temperature, which caused the possibility of photosynthesis in coniferous trees during the winter period.

Key words: Scotch pine forest crops, two-year-old needles, iron nanopowder, chlorophyll A and B, carotenoids, manganese.

Literatura

1. Kizeev, A.N. *Izmeneniya morfologicheskikh i fiziologo-biokhimicheskikh pokazateley khvoi sosny obyknovennoy v usloviyakh aerotekhnogennogo zagryazneniya [Elektronnyy resurs] / A.N. Kizeev // Molodoy uchenyy. - 2011. - № 3. Т. 1. - S. 120-128. — URL <https://moluch.ru/archive/26/2769/>*

2. Kuznetsov, N.P. *Lesnyye i lesoparkovyye ekosistemy Rязanskoy oblasti [Tekst] / N.P. Kuznetsov, D.V. Vinogradov, G.N. Fad'kin, S.V. Sal'nikov. – Rязan': Rязanskiy gosudarstvennyy agrotekhnologicheskiy universitet im. P.A. Kostycheva. – 2014. – 287 s.*

3. Fad'kin, G.N. *Ispol'zovaniye nanoporoshkov zheleza v tekhnologii sozdaniya lesnykh kul'tur*



sosny obyknovennoy [Tekst] / G.N. Fad'kin, A.V. Nesterenko // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - 2012., № 3 (15). S. 40-43.

4. Fad'kin, G.N. Nanokristallicheskiy poroshok zheleza kak komponent sovremennoy tekhnologii sozdaniya lesnykh kul'tur sosny obyknovennoy [Elektronnyy resurs] / G.N. Fad'kin, D.V. Vinogradov, A.V. Nesterenko, A.V. Shchur, G.D. Gogmachadze // AgroEkolInfo. – 2015, № 5. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/5/st_21.doc

5. Khabarova, T.V. Praktikum po ehkologii [Tekst] / T.V. Khabarova, D.V. Vinogradov, V.I. Levin, G.N. Fad'kin – Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyy agrotekhnologicheskiiy universitet im. P.A. Kostycheva. – 2016.

6. Churilov, G.I. Biologicheskoye deystviye nanorazmernykh metallov na razlichnyye grupy rasteniy [Tekst] / G.I. Churilov, S.D. Polishchuk, L.Ye. Ampleyeva [i dr.]. - Ryazan': Izdatel'stvo RGATU, 2010. — 150 s.

7. Shakirova, F.M. Nespetsificheskaya ustoychivost' rasteniy k stressovym faktoram i yeye regulyatsiya [Tekst] / F.M. Shakirova. - Izd-vo: Gilem. – 2001. – 160 s.

8. Yasakova Ye.N. Dinamika sodержaniya margantsa i pigmentov fotosinteza v khvoye sosny obyknovennoy (Pinus Silvestris L.) v zavisimosti ot abioticheskikh faktorov [Tekst] / Ye.N. Yasakova // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. – Chelyabinsk. - 2005, № 1, T. 12. – S. 184-185



УДК 636.083.39

ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ ДИСПАНСЕРИЗАЦИЯ КОРОВ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ КОПЫТЕЦ

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

БЕСЕДИН Дмитрий Сергеевич, аспирант., besedinds14@yandex.ru

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

В статье представлен анализ данных ортопедической диспансеризации крупного рогатого скота голштинизированной черно-пестрой породы, клиническая оценка интенсивности патологических состояний с учетом гематологических данных, а также оценка эффективности устройства для индивидуальной обработки дистальных участков конечностей. Цель исследований заключалась в изучении распространенности заболеваний копытцев коров и анализе эффективности ветеринарно-санитарных мероприятий по профилактике болезней копыт на основании данных ортопедической диспансеризации молочного поголовья крупного рогатого скота в СПК «Вышгородский» Рязанского района Рязанской области. Выявление заболеваний и установление характера патологии проводили с использованием общепринятых методов клинической диагностики. Гематологические исследования проводили с помощью современных автоматических анализаторов, а также общепринятым методом. Анализ эффективности ветеринарно-санитарных профилактических мероприятий оценивали с использованием микробиологических методов. Работа выполнена с января по май 2019 года в хозяйстве с привязным стойловым содержанием животных. Проведенные нами исследования позволили выделить основные нозологические формы, регистрируемые в конкретном хозяйстве и степень их распространенности среди животных дойного стада. Установлено, что часто встречается язва Руствергольца, абсцессы на различных участках конечностей, пальцевый дерматит. У животных с клинически выраженной хромотой присутствует повышение лейкоцитов на 48% выше аналогичного показателя у здоровых животных, а биохимический анализ установил снижение альбуминов на 32% и глюкозы на 18% ниже физиологического порога, что, по нашему мнению, является следствием общего угнетения коров и снижения аппетита. Профилактическая обработка копытцев коров с помощью специального распыляющего устройства не уступает по эффективности классическому использованию копытных ванн.

Ключевые слова: болезни копытцев, крупный рогатый скот, коровы, язва, пальцевый дерматит, абсцесс, ветеринарно-санитарные мероприятия, дезинфекция копыт.

Введение

Для экономически эффективного функционирования современного молочно-товарного комплекса требуется слаженная работа специалистов различных направлений. Роль ветеринарных спе-

циалистов в данной проблеме состоит в том, чтобы обеспечить условия для реализации генетического потенциала высокопродуктивных животных.

Для того чтобы успешно справляться с данной проблемой, необходим тщательный анализ и мо-



нитинг заболеваемости поголовья, выявление причин, приводящих к тем или иным болезням, что определяет необходимость периодического проведения диспансеризации.

Чувствительность различных пород продуктивного скота к тем или иным патологиям копыт может значительно варьировать, однако структура заболеваемости и нозологический профиль в целом в различных хозяйствах Рязанской области, как правило, схожи [8].

В том случае, если в животноводческом хозяйстве отсутствует анализ заболеваемости, драгоценное время, необходимое для проведения специальных профилактических мероприятий, оказывается потерянным, что приводит в итоге к значительному экономическому ущербу.

Среди повсеместно распространенных патологий следует выделить патологии дистального отдела конечности, а именно, пальцевый дерматит (болезнь Мортелларо), язву Рустергольца, ламиниты, пододерматиты (как асептического, так и гнойного характера).

Переход на промышленные темпы производства, увеличение продуктивной нагрузки на животных, голштинизация скота явились причиной повсеместного распространения патологий копыт, в особенности у высокопродуктивных коров [1,2,4].

Целью исследований явилось изучение распространенности заболеваний копыт коров и анализ эффективности ветеринарно-санитарных мероприятий по профилактике болезней копыт на основании данных ортопедической диспансеризации молочного поголовья крупного рогатого скота в СПК «Вышгородский» Рязанского района Рязанской области.

Задачи исследования:

- 1) выполнить клинический осмотр и учет всех животных с клинически выраженной хромотой;
- 2) выявить животных с воспалительными патологиями копыт, провести диагностику, гематологические исследования;
- 3) проанализировать эффективность ветеринарно-санитарных профилактических мероприятий с использованием способа индивидуальной обработки копыт посредством микробиологических исследований.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследований использовали коров черно-пестрой голштинизированной породы, первой-пятой лактации, живой массой от 500 до 600 кг. Работа выполнялась на базе СПК «Вышгородский» Рязанского района Рязанской области. Лабораторные исследования были проведены на базе лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы и лаборатории гематологии, кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных РГАТУ им П. А. Костычева.

Изучение заболеваемости выполнялось в производственных помещениях животноводческого хозяйства. Выявление заболеваний и установление характера патологии проводили с использо-

ванием общепринятых методов клинической диагностики. Клиническая оценка степени поражения копыт при пальцевом дерматите проводилась по классификации, предложенной Dörfer D. с соавторами, заключающейся в разделении течения заболевания на 4 различные стадии (M1–M4). M1 – поражения малого размера (менее 2 см) с красной или бело-красной поверхностью, возможна экссудация, эпителий может быть сохранен или поврежден. M2 – "классическое изъязвление", красные или бело-красные поражения диаметром более 2 см, на поверхности поражения грануляционная или пролиферативная ткань. M3 – заживающие поражения с черной струповидной поверхностью. M4 – характеризуется дискератозом или пролиферацией. Определяли также количество животных с нарушением двигательной активности (хромотой) [9].

Подсчет хромоты животных проводили по методике Sprecher E.A. (1997), которая заключается в балльной оценке степени хромоты на основании состояния спины (прямая или изогнутая) в стоячем положении и при ходьбе [6,8].

С целью оценки общего состояния животных и возможного нарушения гомеостаза был проведен общеклинический и биохимический анализ крови коров с 3–4-й балльной хромотой в сравнении со здоровыми животными того же стада (n=10). Гематологические исследования проводили путем автоматического подсчета клеток и дифференциальных показателей на анализаторе Abacus Junior Vet. Для подсчета лейкоцитарной формулы использовали стандартную технику приготовления мазков с окраской по Романовскому. Биохимический анализ сыворотки проводили на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе Chem Well 2910 Combi.

Для изучения эффективности профилактической ветеринарно-санитарной обработки были сформированы три группы животных. Коров первой (опытной) группы обрабатывали индивидуально с помощью специального устройства, позволяющего одновременно проводить распыление 10%-го медного купороса на все отделы копыта; вторую группу коров (группа сравнения), проводили через свежий 10%-й раствор медного купороса посредством копытной ванны; контрольная группа коров проходила через копытную ванну, заполненную водой. В каждой группе насчитывалось по 10 животных 2–3-й лактации с живой массой 550–600 кг и среднегодовой продуктивностью 6300 кг.

Для оценки качества дезинфекции проводили бактериологические исследования. Взятие смыва осуществляли со свода межпальцевой щели с помощью готовой транспортной среды SVAB с площади 5 см². Для бактериального посева использовали твердые специальные питательные среды – чистый мясо-пептонный агар и мясо-пептонный агар с добавлением лиофилизированной кроличьей сыворотки для получения возможности культивирования бактерий рода *Spirochetes*, являющихся одним из основных потенциальных этиофакторов развития пальцевого дерматита



[1,2,5,6,7].

Анализ распространенности заболеваний копытцев

Как показал анализ распространенности заболеваний копытцев, в хозяйстве наиболее часто регистрируется специфическая язва подошвы (язва Рустергольца). В среднем 60% дойного стада имеют данную патологию на одной из задних конечностей (рис. 1), при этом форма течения различная – от поверхностного поражения (42%) до прободной язвы (18%), что представлено на рисунке 1.

Помимо специфической язвы подошвы в 22%

случаев мы регистрировали абсцессы в разных областях конечностей (преимущественно в области венчика и на наружной поверхности бедра). Пальцевый дерматит (болезнь Мортелларо) мы отмечаем в 12% случаев выявленной патологии. При этом локализация патологического процесса была не типичной для голштинского скота, достаточно часто встречались поражения только на латеральном пальце, иногда воспалительный процесс локализовался со стороны передней стенки копытца в области венчика.



А



Б

Рис. 1 – Язва Рустергольца на начальной (А) и выраженной (Б) стадии течения

Относительно редко (4% в среднем) мы регистрировали флегмоны венчика, и самая редкая патология (2% случаев) – клинически выраженная межпальцевая тилома (рис. 2).



Рис. 2 – Структура заболеваний копытцев у коров в СПК «Вышгородский»

Данные общеклинического и биохимического анализа крови
В процессе гематологических исследований

установлено, что у животных с поражениями, характерными для стадии пальцевого дерматита М2 и М3, а также с язвой Рустергольца присутствует



классическая картина воспаления с преимущественным лейкоцитарным сдвигом (табл. 1). В крови больных коров наблюдается лейкоцитоз, превышающий физиологические нормы. При этом относительно группы контроля данный показатель был выше на 48%.

При анализе мазков крови и подсчете лейкоцитарной формулы было отмечено увеличение числа палочкоядерных нейтрофилов в 2,0-2,5 раза выше верхней границы физиологической нормы, уменьшение числа сегментоядерных ней-

трофилов и увеличение количества моноцитов на 30-40% выше верхней границы нормы. Такие показатели характерны для хронического воспалительного процесса. Результаты гематологических исследований представлены в таблице 1.

Биохимический анализ крови не выявил существенных отклонений от физиологической нормы, однако следует обратить внимание на умеренную гипоальбуминемию и гипогликемию (снижение относительно нижней границы нормы на 32 и 18% соответственно).

Таблица 1 – Общеклинический анализ крови коров (n=10)

Показатели	Контрольная группа, M±m	Опытная группа, M±m
Эритроциты, *10 ¹² /л	6,2 ± 0,23	5,92 ± 0,46
Гемоглобин, г/л	91,46 ± 5,25	92,46 ± 5,83
Гематокрит, %	31 ± 4	34 ± 2
Лейкоциты, *10 ⁹ /л	8,12 ± 1,03	15,75 ± 1,25*

Примечание: * p<0,05 – относительно контрольной группы

Вышеуказанное может являться следствием сниженного аппетита животных, испытывающих длительные болезненные ощущения, и находящихся, по всей видимости, в состоянии дистресса.

Количество щелочной фосфатазы у коров опытной группы было достоверно выше на 20,4%, чем у контрольных, однако в целом находилось в пределах физиологической нормы.

Наименование показателя	Ед. изм.	Референсные значения [3]	Контрольная группа, M±m	Опытная группа, M±m
Щелочная фосфатаза (ALP)	ед/л	20,0-164,0	74,1±5,98	93,2±6,12*
Глюкоза (Glu)	ммоль/л	2,2-3,3	4,4±0,45	1,8±0,87*
Общий белок (TP)	г/л	72,0-86,0	80,4±2,2	78,7±2,1
Альбумины (Alp)	г/л	38-50	37,7±1,6	25,9±2,4*
Глобулины (Glob)	г/л	25-40	42,7±4,3	52,8±5,1
Холестерол (Chol)	ммоль/л	1,3-4,42	4,35±0,94	4,61±0,6

Примечание: * p<0,05 – относительно опытной группы

Оценка эффективности ветеринарно-санитарных профилактических мероприятий с использованием способа индивидуальной обработки копыт

Микробиологическим методом были получены результаты, подтвердившие эффективность использования устройства для индивидуальной

дезинфекции копыт. При посевах смывов, взятых у контрольной группы, через 7 дней были получены колонии серо-белого цвета, творожистой консистенции, аморфной формы, причем более активный рост отмечался на агаре с добавлением сыворотки (рис. 2).



Рис. 2 – Колонии на питательной среде (Агар с добавлением кроличьей сыворотки)
А – контрольная группа; Б – опытная группа; В – группа сравнения

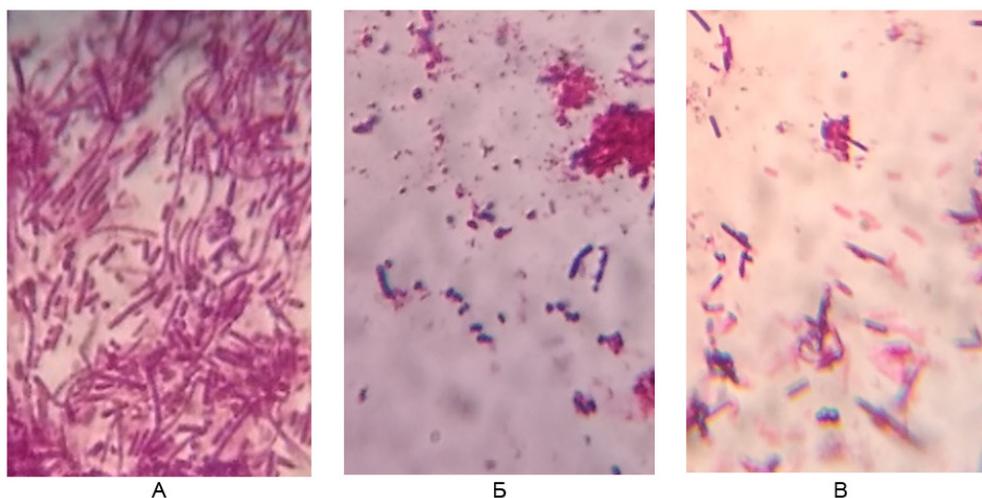


Рисунок 3 – Микроскопия мазка (окраска по Граму; ув.: ок. x10, об. x90)
А – контрольная группа; Б – опытная группа; В – группа сравнения

Отличие было в видовом составе микроорганизмов, в их морфологии и расположении. В мазках от животных контрольной группы (рис. 3.А) присутствовали грамм-отрицательные палочки, как единичные, так и связанные в виде цепочек, а в мазках от опытных групп бациллы встречались единично. Из патогенных (по внешним признакам) микроорганизмов нами были обнаружены грамм-отрицательные палочковидные бактерии, образующие цепочки и нитевидные грамм-отрицательные бактерии, предположительно из класса *Spirochaetes*.

Вышеизложенное в совокупности указывает на наличие патогенных гемолитических видов бактерий в мазках, полученных из смывов от коров контрольной группы; на это указывает также характер роста колоний. По форме клеток присутствуют как палочки (бациллы), так и кокки. В данном поле зрения присутствуют цепочки кокков и палочек. Наличие грамм-отрицательных палочковидных бактерий в цепочке указывает на присутствие в материале патогенных бактерий. Из патогенных форм под данное описание подпадает синегнойная палочка (*Ps. Aeruginosa*), из условно-патогенных – сенная палочка (*Bac. subtilis*) и кишечная палочка (*E. Coli*). Такое разнообразие видового состава достаточно характерно для дистального отдела конечности [5].

На рисунке 3.Б. наблюдаются рассредоточенные грамм-положительные кокки и грамм-отрицательные палочки в виде коротких цепочек, количество умеренное, что указывает на более высокую эффективность дезинфекции в сравнении с контрольной группой.

На рисунке 3.В можно увидеть грамм-положительных кокков, расположенных в виде виноградной грозди. Исходя из морфологии и культуральных свойств, можно предположить, что это сапрофитные виды стафилококка, живущие на кожных покровах коров. Можно отметить также наличие грамм-отрицательных палочек, расположенных одиночно, однако их количество в среднем не превышало 7 единиц в одном поле зрения.

Заключение

Таким образом, проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о том, что среди ос-

новных патологий конечностей в СПК «Вышгородский» регистрируются язва Рустергольца (60%), абсцессы различной локализации (22%) и пальцевый дерматит в стадии М2 и М3 (12%). При этом клинически животные имеют трех- четырехбалльную хромоту, выраженную болезненность патологического очага при пальпации. Общеклинический анализ имеет характерное для продуктивного воспаления повышение лейкоцитов на 48% выше относительно контрольной группы, а биохимический мониторинг выявляет снижение альбуминов (на 32%) и глюкозы (на 18%) ниже физиологического порога, что, по нашему мнению, является следствием общего угнетения коров и снижения аппетита. Профилактическая обработка копытцев коров с помощью специального распыляющего устройства не уступает по эффективности классическому использованию копытных ванн, а в условиях животноводческого хозяйства с привязным содержанием за счет сложности регулярного прогона скота через ванны значительно его превосходит.

Список литературы

1. Веремей, Э.И. Ветеринарные мероприятия на молочных комплексах: пособие [Текст] / Э. И. Веремей, В.А. Журба, В.М. Руколь. – Минск: Белорусское сельское хозяйство, 2010. – 28 с.
2. Ермолаев, В.А. Этиология, распространение заболеваний копытцев крупного рогатого скота в зимне-стойловый период / В.А. Ермолаев [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2009. – Т. 3. – С. 49-52.
3. Кондрахина, И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справ. / под ред. И.П. Кондрахина. – Москва: Издательство КолосС, 2004. – 520 с.
4. Молоканов, В.А. Комплекс лечебно-профилактических мероприятий при заболеваниях копытцев у коров / В.А. Молоканов, А.В. Кадочников, М.Т. Байкенов // Актуальные проблемы ветеринарной хирургии: Тр. междунар. научно-практ. конф. – Троицк, – 2004. – С. 85-87.
5. Панасюк, С.Д. Значение ассоциаций микроорганизмов в этиологии и профилактике инфекционных болезней конечностей у крупного ро-



гатого скота: автореф. дис... д-ра вет. наук / С. Д. Панасюк // – Москва, 2007.

6. Руколь, В. М. Распространение и нозология хирургических болезней у крупного рогатого скота // *Farm Animals*. 2014. – №2. – С. 44-48.

7. Сайтханов, Э.О. Изучение частоты регистрации и характера патологии копытцев в животноводческом хозяйстве с беспривязным содержанием / Э.О. Сайтханов, Д.С. Беседин, А.В. Рудная // *Вестник РГАТУ* – 2018 – N3 – С. 62-67.

8. Britan, M.N. Nosological profile of animal

farms of Ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis / M.N. Britan, K.A. Gerceva, E.V. Kiseleva, V.V. Kulakov, Eh.O. Saytkhanov, R.S. Soshkin // *International Journal of Pharmaceutical Research*, 2019. Vol. 11, - Issue 1. – P. 1040-1048.

9. Döpfer, D., M. Holzhauser, and M. v. Boven. 2012a. The dynamics of digital dermatitis in populations of dairy cattle: Model-based estimates of transition rates and implications for control. *Vet. J.* 193:648–653.

ORTHOPEDIC MEDICAL EXAMINATION OF COWS AND ANALYSIS OF EFFICIENCY OF VETERINARY AND SANITARY ACTIONS FOR PREVENTION OF DISEASES OF HOOVES

Saytkhanov Elman O., *Cand.Biol.Sci.*, head of the department of veterinary and sanitary examination, surgery, obstetrics and internal diseases of animals, Ryazan state agrotechnology university of P.A. Kostychev, elmanrzn@gmail.com

Besedin Dmitry S., graduate student, Ryazan state radio engineering university, besedinds14@yandex.ru

In article the analysis of data of orthopedic medical examination of cattle of golstinizirovanny black and motley breed, clinical assessment of intensity of morbid conditions taking into account hematologic data and also assessment of efficiency of the device for individual processing of distal sites of extremities is provided. The purpose of researches consisted in studying of prevalence of diseases of hooves of cows and the analysis of efficiency of veterinary and sanitary actions for prevention of diseases of hooves on the basis of data of orthopedic medical examination of milk number of cattle in APO Vyshgorodsky of Ryazansky district of the Ryazan region. Detection of diseases and establishment of nature of pathology carried out with use of the standard methods of clinical diagnostics. Hematologic researches were conducted by means of modern autoanalyzers and also by the standard methods. The analysis of efficiency of veterinary and sanitary preventive actions was estimated with use of microbiological methods. Work is performed in economy with fastened stall contents from January to May, 2019. The researches conducted by us allow allowed to allocate the main nosological forms registered in concrete economy and degree of their prevalence among animals of milch herd. It is established that Rustergolts's ulcer, abscesses on various sites of extremities, manual dermatitis often meets. Animals with clinically expressed lameness have an increase in leukocytes for 48% above of rather similar indicator at healthy animals, and biochemical analysis established decrease in albumine by 32% and glucose 18% lower than a physiological threshold that, according to us, is a consequence of the general oppression of cows and a loss of appetite. Preventive processing of hooves of cows by means of the special spraying device does not concede by efficiency to classical use of hoofed bathtubs.

Key words: diseases of hooves, cattle, cows, ulcer, manual dermatitis, abscess, veterinary and sanitary actions, disinfection of hooves.

Literatura

1. Veremej, E.I. *Veterinarnye meropriyatiya na molochnyh kompleksah: posobie [Tekst] / E. I. Veremej, V.A. Zhurba, V.M. Rukol'.* – Minsk: Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo, 2010. – 28 s.

2. Ermolaev, V.A. *Etiologiya, rasprostranenie zabolevanij ko-pytec krupnogo rogatogo skota v zimnestojlovyy period / V.A. Ermolaev [i dr.] // Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ul'yanovsk: Ul'yanovskaya GSHA, 2009. – T. 3. – S. 49-52.*

3. Kondrahina, I.P. *Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki: sprav. / pod red. I.P. Kondrahina.* – Moskva: Izdatel'stvo KolosS, 2004. – 520 s.

4. Molokanov, V.A. *Kompleks lechebno-profilakticheskij meropriyatij pri zabolevaniyah kopytec u korov / V.A. Molokanov, A.V. Kadochnikov, M.T. Bajkenov // Aktual'nye problemy veterinarnoj hirurgii: Tr. mezhdunar. nauchno-praktich. konf. – Troick, – 2004. – S. 85-87.*

5. Panasyuk, S.D. *Znachenie asociacij mikroorganizmov v etiologii i profilaktike infekcionnyh boleznej konechnostej u krupnogo rogatogo skota: avtoref. dis... d-ra vet. nauk / S. D. Panasyuk // – Moskva, 2007.*

6. Rukol', V. M. *Rasprostranenie i nozologiya hirurgicaleskij boleznej u krupnogo rogatogo skota // Farm Animals*. 2014. – №2. – S. 44-48.

7. Sajthanov, E.O. *Izuchenie chastoty registracii i haraktera patologii kopytec v zhivotnovodcheskom hozyajstve s besprivyaznym sodержaniem / E.O. Sajthanov, D.S. Besedin, A.V. Rudnaya // Vestnik RGAТУ – 2018 – N3 – S. 62-67.*

8. Britan, M.N. *Nosological profile of animal farms of Ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis / M.N. Britan, K.A. Gerceva, E.V. Kiseleva, V.V. Kulakov, Eh.O. Saytkhanov, R.S. Soshkin // International Journal of Pharmaceutical Research*, 2019. Vol. 11, - Issue 1. – P. 1040-1048.

9. Döpfer, D., M. Holzhauser, and M. v. Boven. 2012a. *The dynamics of digital dermatitis in populations of dairy cattle: Model-based estimates of transition rates and implications for control. Vet. J.* 193:648–653.



ПАЩЕНКО ВАСИЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ



Пащенко Василий Михайлович родился 5 мая 1959 года в Москве в знаменитом родильном доме Грауэрмана на Арбате. Там сейчас находится аптека. Его отец, офицер, участник ВОВ, проходил обучение в Академии ракетных войск и артиллерии имени Ф.Э. Дзержинского. Мама, после окончания Оренбургского медицинского института – молодой педиатр. Ей было доверено обслуживание детей в элитном доме на проспекте Мира № 78, где она впервые встретила с людьми, многие из которых впоследствии стали очень известными (Э. Быстрицкая, А. Акопян и др.).

Обучение отца заканчивалось, но в течение 6 месяцев Василий Михайлович еще оставался жителем Москвы, о чем и указывает штамп в паспорте о месте его рождения. Далее начинается следование по местам назначения отца. Это Россия, Украина, Белоруссия. За время обучения Пащенко В.М. сменил 6 школ. Первой была начальная школа в г. Броды (Украина), последней – физико-математический класс школы № 39 г. Рязани. Затем – учеба в РГПИ им. Есенина С.А. на физико-математическом факультете.

По окончании института призван в ряды СА.

Срочную службу проходил в Закавказском военном округе в должности оператора радиотехнических средств разведки. По окончании службы 2 года отработал инженером в Рязани в группе, которая занималась расчетами по оценке устойчивости электронных изделий к поражающим факторам ядерной войны. В 1986 году по конкурсу был избран на должность ассистента кафедры физики Рязанского сельскохозяйственного института им. проф. П.А. Костычева.

После появления первых научных результатов и публикаций через Министерство образования СССР получил целевое направление в очную аспирантуру по специальности «Биофизика» в институт экспериментальной генетики АН МССР. Был свидетелем множества трагедий, связанных с Приднестровским конфликтом. После окончания аспирантуры и доработки научных трудов в 1993 защитил кандидатскую диссертацию в ВИР им. Вавилова Н.И. (Санкт-Петербург).

Дальнейшее развитие научной работы привело к защите в 1998 году докторской диссертации в Агрофизическом НИИ (Санкт-Петербург). Тема диссертации: «Изменение параметров генома растительных объектов при совместном воздействии сенсбилизаторов и лазерного излучения». В том же году был назначен на должность заведующего кафедрой физики Рязанской Государственной академии им. проф. П.А. Костычева, и ему было присвоено научное звание «профессор». Руководил кафедрой в течение 17 лет. В отдельные годы численность всех сотрудников кафедры составляла 21 человек. Постоянно выполнял обязанности председателя предметной комиссии по физике на вступительных экзаменах. Под его научным руководством были защищены 3 кандидатские диссертации. В 2005 году Василию Михайловичу было присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ». Многократно награждался Почетными грамотами различного уровня. После создания в 2015 году объединенной кафедры «Электротехника и физика» Пащенко В.М. до настоящего времени работает на ней в должности профессора и ведет все виды занятий на инженерных факультетах.

Коллектив кафедры, сотрудники факультета, университета отмечают высокий уровень его знаний, эрудицию практически по всем вопросам. Принципиальность, честность, порядочность Василия Михайловича является основой глубочайшего уважения к нему со стороны сотрудников и студентов.

Поздравляем Василия Михайловича с 60-летием! Успехов в работе, крепкого здоровья!