Память бессмертна

75 ПОБЕДА!

1945-2020

ISSN 2077-2084

2(46)'2020

Вестник

12+

Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

№2 (46), 2020

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

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

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

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

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

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

Л. Д. Варламова, д-р с.-х. наук, профессор
М. А. Габибов, д-р с.-х. наук,профессор
В. В. Калашников, д-р с.-х. наук, профессор
О. И. Кальницкая, д-р вет. наук, доцент
С. А. Клементьева, д-р биол. наук
А. А. Коровушкин, д-р биол. наук, профессор
А. В. Коршунов, д-р с.-х. наук, профессор
Я. В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор
Н. А. Кузьмин, д-р с.-х. наук, профессор
В. И. Лебедев, д-р с.-х. наук, профессор
Ю. А. Мажайский, д-р с.-х. наук, профессор
В. П. Максименко, д-р с.-х. наук, профессор
Н. И. Морозова, д-р с.-х. наук, профессор
М. Д. Новак, д-р биол. наук, профессор
А. И. Новак, д-р биол. наук, доцент
Г. В. Ольгаренко, д-р с.-х. наук, профессор
А. Н. Постников, д-р с.-х. наук, профессор
В. Г. Семенов, д-р биол. наук, профессор
Д.И. Удавлиев, д-р биол. наук, профессор
Р. Н. Ушаков, д-р с.-х. наук, профессор
Г. Н. Фадькин, канд. с.-х. наук, доцент
Л. А. Храброва, д-р с.-х. наук, профессор
А. Ф. Шевхужев д-р с. -.х. наук, профессор

Технические науки

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

Компьютерная верстка и дизайн – **Н. В. Симонова**
Корректор – **Е. Л. Малинина**
Перевод – **В. В. Романов**

Адрес редакции: 390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1., ауд. 103, тел. 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Тираж 700. Заказ № 1448. Дата выхода в свет 26.06.2020г.

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

HERALD OF
RYAZAN STATE AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY
Named after P.A. Kostychev

Scientific-Production Journal

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

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

Issued since 2009
ssued once a quarter
#2 (46), 2020
Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

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

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

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

Editorial Staff:
Agricultural Science

L. D. Varlamova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. A. Gabibov, Doctoror of Agricultural Science, Full Professor
V. V. Kalashnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
O. I. Kaliczkaya, Doctor of Veterinary Science, Associate Professor
S. A. Klementyeva, Doctor of Biological Science
A. A. Korovushkin, Doctor of Biological Science, Full Professor
A. V. Korshunov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,
Y. V. Kostin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
N. A. Kuzmin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. I. Lebedev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
Y. A. Mazhayskiy, Doctor of Agricultural Science, Full Professorof
V. P. Maksimenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professorof
N. I. Morozova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. D. Novak, Doctor of Biological Science, Full Professor
A. I. Novak, Doctor of Biological Science, Associate Professor
G. V. Olgarenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
A. N. Postnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. G. Semenov, Doctor of Biological Science, Full Professor
D. I. Udavliev, Doctor of Biological Science, Full Professor
R. N. Ushakov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
G. N. Fadkin, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
L. A. Khrabrova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,
A. F. Shevkhuzhev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,

Technical Science

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

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

Editorial address: 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1., RM. 103.,
tel: 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Circulation 700. Order No. 1448. Date of publication
Date of publication. 26.06.2020r.

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

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АРЖАНКОВА Ю. В., СКОПЦОВА Т. И., ПОПОВА С. А. *ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ФУЛЬВИОКИСЛОТЫ НА РОСТ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ* 5

БЯКОВА О.В., ПИЛИП Л. В. *КРОВОСОСУЩИЕ НАСЕКОМЫЕ КАК ВЕКТОР ПЕРЕНОСА ЗООАНТРОПОНОЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ* 12

ДУБЕНОК Н. Н., ЯЛАНСКИЙ Д. В., МАЖАЙСКИЙ Ю. А., ЧЕРНИКОВА О. В. *ОБОСНОВАНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ И ОЦЕНКА СХОДСТВА ВНУТРИВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ СЕНОКОСНО-ПАСТБИЩНОЙ ТРАВОСМЕСИ* 18

ЛЕВИН В. И., ДУДИН Н. Н., АНТИПКИНА Л. А. *МОДИФИКАЦИЯ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТИ ИНТАКТНЫХ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ИНДУЦИРОВАННАЯ СТРЕССИРОВАННЫМИ* 26

МАЙОРОВА Ж. С., ФЕДОСОВА О. А., ТОРЖКОВ Н. И., ТУНИКОВ Г. М., ПРАВДИНА Е. Н. *ПИВНАЯ ДРОБИНА В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА* 34

МАРЧЕНКОВА Л. А., ПАВЛОВА О. В., ЧАВДАРЬ Р. Ф., МАРКОВА А., ЧЕБАНЕНКО С. И. *ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА ПО РЯДУ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ* 42

ПУШКАРЕВ И. А., КУРЕНИНОВА Т. В., ШАНЬШИН Н. В., АФАНАСЬЕВА А. И. *МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОЛИФЕРАКТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ Т- и В-ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ РАЗНЫХ ДОЗ ТКАНЕВОГО БИОСТИМУЛЯТОРА* 48

РЫКОВ Р. А. *ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РУБЦЕ ОВЕЦ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ* 55

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ДОРОХОВ А. С., СИБИРЁВ А. В., АКСЕНОВ А. Г. *ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОРОХА ЛУКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА С РЕГУЛИРУЕМЫМ УГЛОМ НАКЛОНА* 62

ЖБАНОВ Н. С., КОСТЕНКО М. Ю., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., ТКАЧ Т. С., КОСТЕНКО Н. А. *ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ* 69

ОВЧИННИКОВ В. А., ЧАТКИН М. Н. *ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОСЕВА СЕМЕННИКОВ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР* 75

ОРЕШКИНА М. В., КРЫГИНА Е. Е., КРЫГИН С. Е. *ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕБЛЕЙ КАРТОФЕЛЯ* 80

ТЕТЕРИН В. С., МЕЛЬНИЧУК Д. С. *РАЗРАБОТКА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ* 85

УСПЕНСКИЙ И. А., ФАДЕЕВ И. В., САДЕТДИНОВ Ш. В., КУЛИК С. Н., МИТРОХИНА Е. В. *ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА* 90

УСПЕНСКИЙ И. А., ФАДЕЕВ И. В., УШАНЕВ А. И., КУЛИК С. Н., МИТРОХИНА Е. В. *УЛУЧШЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ МАСТИКИ* 96

КОКОРЕВ Г. Д., ЖУРАВЛЕВА Е. А. *РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ* 102

ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

БУРДУЧКИНА Т. В., ФАДЬКИН Г. Н., ПОЛИЩУК С. Д. *ЗАВИСИМОСТЬ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В НАЧАЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ ОНТОГЕНЕЗА ОТ ДЕЙСТВИЯ НАНОПОРОШКА ЖЕЛЕЗА* 108

МАТВЕЕВА А. В., САЙТХАНОВ Э. О. *ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ ПРИ СТРЕСС-СИНДРОМЕ, ВЫЗВАННОМ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КОНЕЧНОСТЕЙ* 113

СЕМЕНОВ В. Г., БОРОНИН В .В. *ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КУР-НЕСУШЕК КРОССА ДЕКАЛБ УАЙТ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ИММУНОФЛОР* 118

СЕМЕНОВ В. Г., СИМУРЗИНА Е. П., СЕМЕНОВ А. А., АЛЬДЯКОВ А. В. *ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ В РЕАЛИЗАЦИИ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОЧНОГО СКОТА* 123

ШЕРШНЕВА Е. С., КАРЯКИНА С. Д. *ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ ГРУНТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ* 130

ЮБИЛЯРЫ 138

Content

AGRICULTURAL SCIENCE

ARZHANKOVA J. V., SKOPTSOVA T. I., POPOVA S. A. *FULVIC ACID PREPARATION INFLUENCE ON BROILER CHICKEN GROWTH RATE* 5

BYAKOVA O.V. PILIP L. V. *MOSQUITOES AS A VECTOR OF TRANSFER OF ANTHROPOSOZOUS DISEASES* 12

DYBENOK N. N., YALANSKY D. V., MAZHAYSKYY. A., CHERNIKOVA O. V.SUBSTANTIATION OF WEATHER CONDITIONS AND ASSESSMENT OF SIMILARITY OF INTRAEGETATIONAL PERIODS DURING SPRINKLING OF HAY-GRAZING HERBAL MIXTURE 18

LEVIN V. I., DUDIN N. N., ANTIPKINA L. A. *MODIFICATION OF SOWING QUALITIES AND PRODUCTIVITY OF INTACT SEEDS OF GRAIN CROPS INDUCED BY STRESSES* 26

MAYOROVA Z. S., FEDOSOVA O. A., TORZHKOV N. I., TUNIKOV G. M., PRAVDINA E. N. *SPENT GRAIN IN FEEDING YOUNG CATTLE* 34

MARCHENKOVA L. A., PAVLOVA O. V., MARKOVA A., CHEBANENKO S.I. *EVALUATION OF LINES OF BARE OATS FOR SEVERAL ECONOMIC AND BIOLOGICAL TRAITS IN THE CONDITIONS OF CENTRAL BLACK EARTH* 42

PUSHKAREV I. A., KURENINOVA T. V., SHANSHIN N. V., AFANASYEVA A. I. *MORPHOLOGICAL COMPOSITION AND PROFILE ACTIVITY OF T- AND B-LYMPHOCYTES OF BLOOD OF DRY-PROOF COWS WITH THE INTRODUCTION OF VARIOUS DOSES OF TISSUE BIOSTIMULATOR* 48

RYKOV R. A. *EATURES OF ENZYMATIC AND MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN SHEEP RUMEN WHEN PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ARE INCLUDED IN THE DIET* 55

TECHNICAL SCIENCE

DOROKHOV A. S., SIBIREV A. V., AKSENOV A. G. *THEORETICAL STUDIES OF DISTRIBUTION OF A HEAP BOW IN THE HORIZONTAL PLANE BY ADDITIONAL VIBRATIONS OF THE BAR ELEVATOR*

WITH AN ADJUSTABLE ANGLE OF THE TILT TILT 62

Z***HBANOV N. S., KOSTENKO M. Y.,REMBALOVICH G.K., TKACH T S., KOSTENKO N. A.*** *RESEARCH OF PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS USED IN POTATO HARVESTING MACHINES* 69

OVCHINNIKOV V. A., CHATKIN M. N. *IMPROVEMENT OF QUALITY OF SEEDING OF SEEDS OF SMALL SEED CROPS* 75

ORESHKINA M. V., KRYGINA E. E., KRYGIN S. E. *INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POTATO STALKS* 80

TETERIN V.S., MELNICHUK D. S. *DEVELOPMENT OF A SET-TYPE SPRINKLING MACHINE AND SUBSTANTIATION OF ITS PARAMETERS* 85

USPENSCKIJ I. A., FADEEV I. V., SADETDINOV S.V., KULIK S.N., MITROKHINA E. V. *OBTAINING BLACK METAL CORROSION INHIBITORS METHOD OF PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS* 90

USPENSCKIJ I. A., FADEEV I. V., USHANEV A. I., KULIK S. N., MITROKHINA E. V. *IMPROVEMENT OF PROTECTIVE PROPERTIES OF ANTI-CORROSIVE MASTIC* 96

KOKOREV G. D., ZHURAVLEVA E. A. *DEVELOPMENT OF METHODS FOR NONDESTRUCTIVE TESTING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUEL EQUIPMENT* 102

ITRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

BURDUCHKINA T. V., FADKIN G. N., POLISCHUK S. D. *THE DEPENDENCE OF GROWTH PROCESSES OF THE SCOTS PINE IN THE INITIAL PERIODS OF ONTOGENESIS ON THE ACTION OF IRON NANOPARTICLES* 108

MATVEEVA A. V., SAYTKHANOV E. O. *PECULIARITIES OF LIPID PEROXIDATION IN THE COW ORGANISM IN STRESS SYNDROME CAUSED BY EXTREMITIES* 113

SEMENOV V. G., BORONIN V. V. *PRODUCTIVE QUALITIES OF CROSS-BED CROSS OF DECALB WHITE ON THE BACKGROUND OF APPLICATION OF IMMUNOFLOR PROBIOTIC PREPARATION* 118

SEMENOV V. G., SIMURZINA E. P., SEMENOV A. A., ALDYAKOV A. V. *EFFECTIVENESS OF NATIVE IMMUNOSTIMULANTS IN REALIZATION OF BIORESOURCE POTENTIAL OF DAIRY CATTLE* 123

SHERSHNEVA E. S., KARYAKINA S. D. *THE INFLUENCE OF SOILS BASED ON SEWAGE SLUDGE FROM LEATHER INDUSTRY ON AGROCHEMICAL INDICES OF SOD-PODZOLIC SOIL* 130

AHEROES OF THE DAY 138

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 636.52/.58.082.35.087.7

DOI 10.36508/RSATU.2020.72.21.001

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ФУЛЬВИОКИСЛОТЫ НА РОСТ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

АРЖАНКОВА Юлия Владимировна, *д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры «Зоотехния и технология переработки продукции животноводства», ar@vgsa.ru*

СКОПЦОВА Татьяна Ивановна, *канд. с.-х. наук, доцент, tatyskopcova@yandex.ru*

ПОПОВА Светлана Анатольевна, *канд. с.-х. наук, доцент, popova@vgsa.ru*

Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

Целью исследований явилось изучение живой массы и среднесуточных привесов цыплят-бройлеров кросса «Hubbard» при введении в питьевую воду препарата фульвиокислоты компании BioSap Technologies. Птицы контрольной и опытных групп получали в период выращивания одинаковый рацион (полнорационные комбикорма престарт, старт-1, старт-2, рост, финиш) в соответствии с возрастом. Птицы трех опытных групп дополнительно получали в питьевой воде 2, 4 и 6 % препарата фульвиокислоты, произведенного из сапропеля озера Жарки Тверской области. К моменту забоя в 40-дневном возрасте наилучший результат по живой массе – 2592,97 г – получен в опытной группе 2 (4 % препарата), птицы которой достоверно превосходили бройлеров опытной группы 3 (6 % препарата) на 203,31 г или на 8,51 % (p<0,01). У курочек опытной группы 2 показатель составил 2475,53 г, что достоверно больше по сравнению с курочками опытной группы 3 на 245,53 г, или на 11,01 % (p<0,01). Цыплята-бройлеры опытных групп 1 и 2 превосходили по живой массе птиц контрольной группы, у петушков это характерно и для опытной группы 3. Наилучшие результаты по среднесуточному приросту отмечены также в опытной группе 2. Без учета пола результат составил 63,82 г, что достоверно больше по сравнению с показателем опытной группы 3 на 5,05 г, или на 8,59 % (p<0,05). Среднесуточный прирост курочек опытной группы 2 равен 60,88 г, что на 6,09 г или на 11,12 % больше по сравнению с курочками опытной группы 3 (p<0,01). Цыплята-бройлеры опытной группы 3 без учета пола, а также курочки уступают по этому показателю птицам контрольной группы. Оптимальной дозой дачи препарата BioSap Fulvic Power компании BioSap Technologies цыплятам-бройлерам следует считать добавление 4 % в питьевую воду.

Ключевые слова: *сапропель, фульвиокислота, цыплята-бройлеры, живая масса, среднесуточный прирост.*

Введение

Мясное птицеводство в настоящее время – одна из перспективных отраслей животноводства. Благодаря целому комплексу биологических особенностей цыплят-бройлеров, высокому качеству и относительно низкой себестоимости мясо птицы неизменно пользуется спросом среди разных слоев населения Российской Федерации. В последние десятилетия все больше внимания уделяется биологически активным добавкам в кормлении птицы. Причем актуальнее с каждым годом использование местных ресурсов, в том числе нетрадиционных. В связи с этим представляет интерес для специалистов сапропель – иловые отложения водоемов. Возможности его применения в растениеводстве рассматриваются исследователями достаточно широко [1, 3], в том числе и в нашей академии [5]. Однако открываются перспективы его применения и в животноводстве [7], в частности, в птицеводстве [4]. Сапропель может использоваться не только в натуральном виде, но и в различных формах его обработки и переработки, поэтому проведено изучение применения при выращивании цыплят-бройлеров вымороженного сапропеля, экстракта сапропеля и зеленой подкормки на основе сапропеля [2]. Представляет научный и практический интерес также препарат BioSap Fulvic Power, представляющий собой фульвиокислоты, получаемые из сапропеля озера Жарки Тверской области компанией BioSap Technologies [6].

Объекты и методы

Научно-хозяйственный опыт проведен в 2018 году в условиях мини-фермы кафедры «Зоотехния и технология переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. Целью исследований было изучение живой массы и среднесуточных приростов цыплят-бройлеров кросса «Hubbard» при введении в питьевую воду препарата фульвиокислоты компании BioSap Technologies. Птица контрольной и трех опытных групп получала в период выращивания одинаковый рацион

© Аржанкова Ю. В., Скопцова Т. И., Попова С. А., 2020 г.

(полнорационные комбикорма престарт, старт-1, старт-2, рост, финиш) в соответствии с возрастом. Опытные группы птицы дополнительно получали 2, 4 и 6 % препарата фульвиокислоты в питьевую воду. Испытания препарата фульвиокислоты проведены в Аккредитованном Главном контрольно-испытательном центре питьевой воды (ЗАО «ГИЦ ПВ»). В вышеназванной концентрации препарат по всем показателям не превышал ПДК в соответствии с требованиями, предъявляемыми СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Цыплята-бройлеры выращивались до 40-дневного возраста. Контроль живой массы осуществлялся путем индивидуального взвешивания еженедельно до вечернего кормления.

Экспериментальная часть, результаты

Живая масса цыплят-бройлеров в целом и при дифференциации по полу в период выращивания представлена на рисунках 1-3.

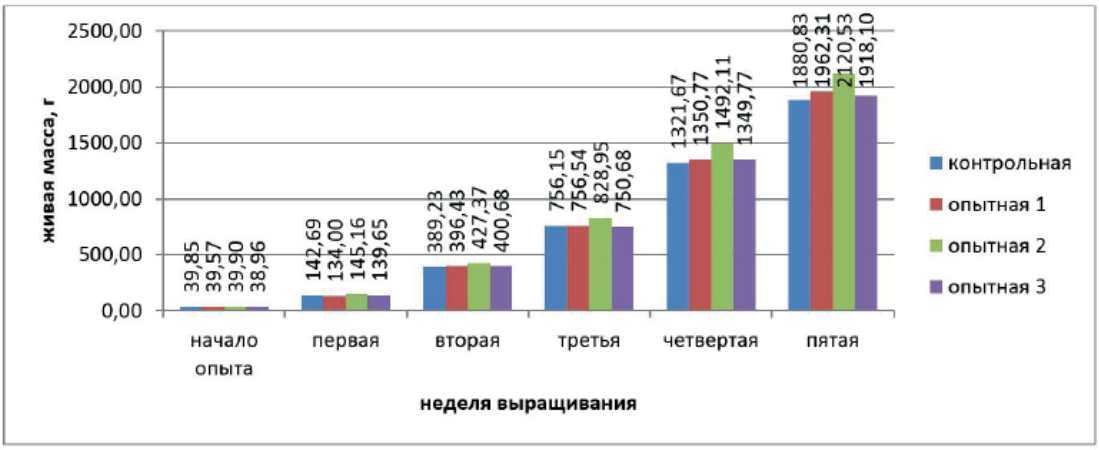


Рис. 1 – Живая масса курочек в период выращивания, г

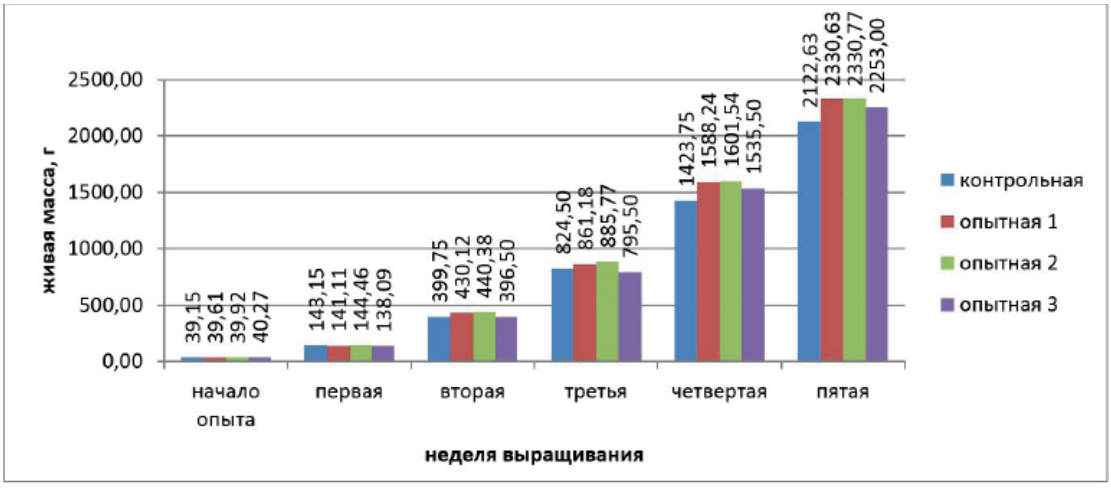


Рис. 2 – Живая масса петушков в период выращивания, г

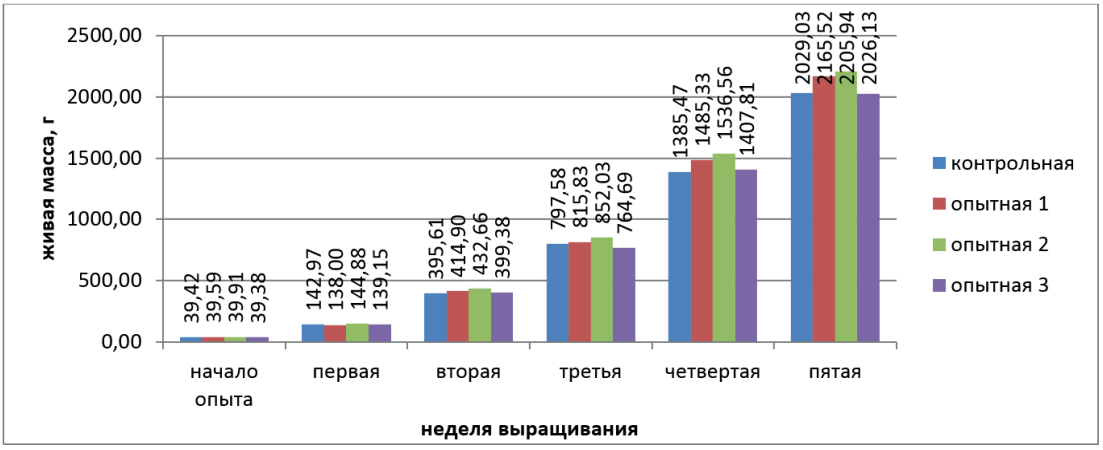


Рис. 3 – Живая масса цыплят-бройлеров без учета пола в период выращивания, г

Из рисунков видно, что группы птицы на начало опыта были аналогичными и выровненными по живой массе, находящейся в пределах 39,38-39,91 г.

Разделения по полу в суточном возрасте не производилось, пол определялся впоследствии по появлению вторичных половых признаков предварительно, и окончательно устанавливался при забое. Поэтому живая масса суточных курочек варьировала от 38,96 г до 39,90 г, петушков – от 39,15 г до 40,27 г. Достоверных различий между группами не выявлено.

Спустя неделю живая масса цыплят без учета пола составляла 138,00-144,88 г, однако группы по-прежнему оставались однородными. Тем не менее, курочки опытной группы 2, имея значение показателя 145,16 г, достоверно превосходили по живой массе курочек опытной группы 1 на 11,16 г, или на 8,33 % (p<0,05). Других достоверных различий на данном этапе выращивания пока не выявлено. Живая масса петушков колебалась в пределах от 138,09 г (опытная группа 3) до 144,46 г (опытная группа 2).

В двухнедельном возрасте наибольшая живая масса выявлена у цыплят-бройлеров без учета пола в опытной группе 2 – 432,66 г, что достоверно больше на 37,05 г или на 9,36 % (p<0,01), чем у цыплят контрольной группы; на 33,28 г, или на 8,33 % (p<0,01) достоверно больше, чем у цыплят опытной группы 3.

Полученный результат нашел отражение при дифференциации птицы по полу. Так, живая масса курочек опытной группы 2 составила 427,37 г, что достоверно больше, чем значение показателя курочек контрольной группы на 38,14 г или на 9,80% (p<0,05) и курочек опытной группы 1 на 30,94 г или на 7,80 % (p<0,05).

Петушки опытной группы 2 имели живую массу 440,38 г, что достоверно больше, чем у петушков контрольной группы на 40,63 г или на 10,16 % (p<0,05). Наименьшая живая масса отмечена у петушков опытной группы 3 – 396,50 г, что достоверно меньше по сравнению с показателями опытных групп 1 и 2: на 33,62 г или на 8,48 % (p<0,05) и на 43,88 г или на 11,07 % (p<0,01) соответственно.

Выявленная тенденция в полной мере проявилась спустя неделю. Цыплята опытной группы 2 имели в трехнедельном возрасте живую массу 852,03 г, что превосходило значение показателя бройлеров всех остальных групп, в том числе достоверно по отношению к птице опытной группы 3 – на 87,34 г или на 11,42 % (p<0,001).

Живая масса курочек опытной группы 2 оказалась равной 828,95 г, что достоверно больше показателей курочек всех остальных групп. Так, живая масса курочек контрольной группы составила 756,15 г, опытной группы 1 – 756,54 г, опытной группы 3 – 750,68 г, что достоверно меньше по сравнению с живой массой курочек опытной группы 2 на 72,80 г (9,63 %, p<0,05), на 72,41 г (9,57 %, p<0,05), на 78,27 г (10,43 %, p<0,01) соответственно.

Достоверные различия по живой массе у петушков выявлены только при сравнении опытных групп 2 и 3, составившие 90,27 г, или 1,35 % (p<0,05), однако, как и у курочек, имеет место некоторое повышение показателя от контрольной группы к опытной группе 2 с последующим снижением живой массы в опытной группе 3.

В четырехнедельном возрасте картина весьма сходна с полученной ранее. Птицы опытной группы 2 характеризовались живой массой, равной 1536,56 г, что достоверно больше, чем у птиц контрольной группы, на 151,09 г, или на 10,91 % (p<0,01) и птиц опытной группы 3 на 128,75 г, или на 9,15 % (p<0,01).

Курочки опытной группы 2 имели среднюю живую массу 1492,11 г, достоверно превосходя все остальные группы. Различия составили по отношению к контрольной группе 170,44 г, или 12,90 % (p<0,001), к опытной группе 1 – 141,34 г, или 10,46 % (p<0,05), к опытной группе 3 – 142,34 г, или 10,55 % (p<0,01).

У петушков опытной группы 2 живая масса в среднем составила 1601,54 г, что достоверно больше, чем у петушков контрольной группы, на 177,79 г, или на 12,49 % (p<0,05). У последних живая масса наименьшая – 1423,75 г, что, помимо вышеописанной достоверной разности с показателем опытной группы 2 также достоверно меньше, чем у птицы опытной группы 1 на 164,49 г или на 11,55 % (p<0,05).

В пятинедельном возрасте вновь наилучшее значение показателя выявлено без учета пола у цыплят опытной группы 2 – 2205,94 г, что достоверно больше по сравнению с показателями птиц контрольной группы на 176,91 г или на 8,72% (p<0,05), и опытной группы 3 на 179,81 г или на 8,87 % (p<0,01). Курочки опытной группы 2 имели среднюю живую массу 2120,53 г, достоверно превосходя курочек контрольной группы на 239,70 г или на 12,74 % (p<0,01), и курочек опытной группы 3 на 202,43 г или на 10,55 % (p<0,01).

Петушки опытной группы 2 характеризовались живой массой, равной 2330,77 г, превосходя петушков контрольной группы на 208,14 г, или на 9,81 % (p<0,05). Очень сходный показатель выявлен у петушков опытной группы 1 – 2330,63 г, что также достоверно больше показателя птиц контрольной группы на 208,00 г, или на 9,80 % (p<0,05).

Таким образом, начиная с 14-дневного возраста, цыплята всех опытных групп, как правило, превосходили показатели контрольной группы как без учета пола, так и дифференцированно по половому признаку. По итогам второй недели выращивания живая масса птицы в опытных группах составляла без учета пола 399,38-432,66 г, у курочек – 396,43-427,37 г, у петушков – 396,50-440,38 г, в то время как в контрольной группе – 395,61 г, 389,23 г и 399,75 г соответственно.

По результатам третьей недели выращивания живая масса бройлеров в опытных группах без учета пола находилась в пределах 764,69-852,03 г, у курочек – 750,68-828,95 г, у петушков – 795,50-885,77 г, в то время как в контрольной группе – 797,58 г, 756,15 г и 824,50 г соответственно. В этом возрасте птицы опытной группы 3 характеризовались меньшей живой массой по сравнению с птицами контрольной группы независимо от пола.

По итогам выращивания за четыре неде-

ли вновь бройлеры всех опытных групп характеризовались лучшими показателями по сравнению с птицами контрольной группы. Бройлеры без учета пола имели живую массу 1407,81-1536,56 г, курочки – 1349,77-1492,11 г, петушки – 1535,50-1601,54 г, в то время как в контрольной группе значения показателя составили 1385,47 г, 1321,67 г и 1423,75 г соответственно.

По результатам за пять недель выращивания бройлеры всех опытных групп при дифференциации по полу превосходили соответствующие показатели контрольной группы: у курочек – 1918;10-2120,53 г по сравнению с 1880,83 г, у петушков – 2253,00-2330,77 г по сравнению с 2122,63 г. Однако без учета пола живая масса птиц контрольной группы и опытной группы 3 оказалась очень сходной, с некоторыми преимуществом в пользу контрольной группы. Бройлеры опытных групп характеризовались живой массой 2026,13-2205,94 г, в контрольной группе она составила 2029,03 г.

При сравнении птиц опытных групп между собой наилучшие результаты получены в опытной группе 2, наихудшие – в опытной группе 3 на протяжении ряда взвешиваний.

Наконец, к моменту забоя в 40-дневном возрасте цыплята без учета пола характеризовались живой массой в опытных группах в пределах 2389,66-2592,97 г. Наилучший результат получен в опытной группе 2, птицы которой достоверно превосходили по величине показателя бройлеров опытной группы 3 на 203,31 г, или на 8,51 % (p<0,01). Аналогичная картина получена у курочек. В опытной группе 2 живая масса оказалась равной 2475,53 г, что достоверно больше на 245,53 г, или на 11,01%, чем у курочек опытной группы 3 (p<0,01). Других достоверных различий у птиц к моменту забоя не выявлено, однако живая масса цыплят-бройлеров опытных групп 1 и 2 превосходила этот показатель у контрольной группы, у петушков это характерно и для опытной группы 3 (рис. 4).

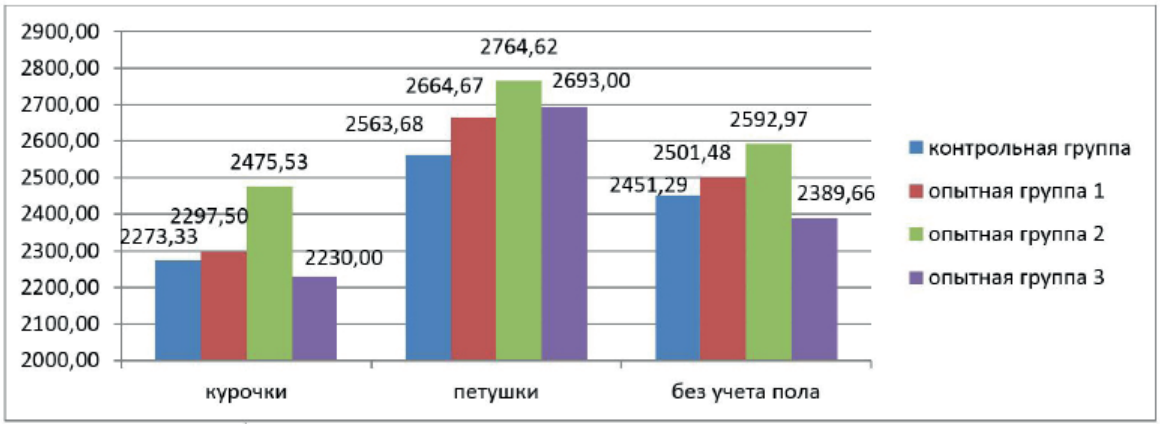


Рис. 4 – Живая масса цыплят-бройлеров к моменту забоя, г

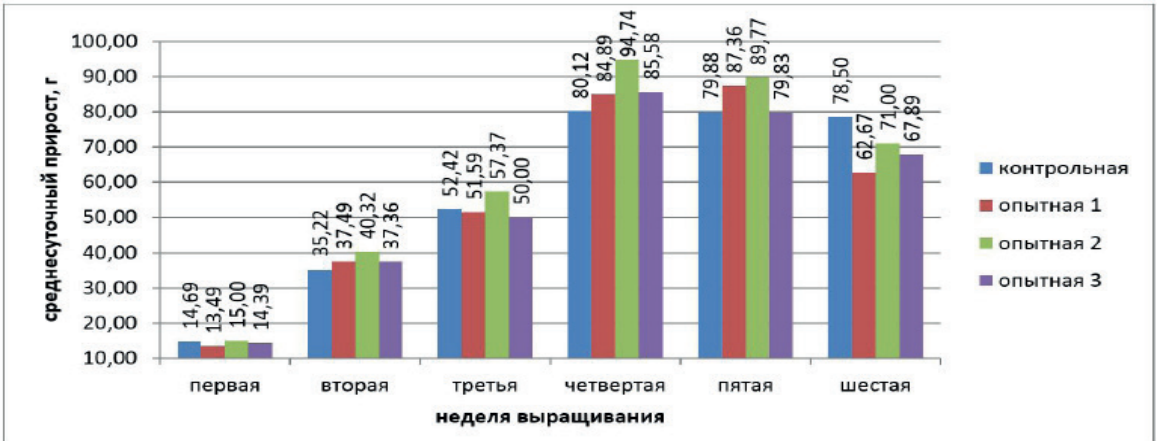


Рис. 5 – Среднесуточный прирост курочек в период выращивания, г

Таким образом, цыплята-бройлеры опытной группы 2 на протяжении всего периода выращивания характеризовались большей величиной живой массы независимо от пола. Поэтому оптимальной дозой препарата BioSap Fulvic Power при выращивании цыплят-бройлеров следует считать 4 % в питьевую воду, что позволяет увеличить их живую массу к концу выращивания по сравнению с цыплятами-бройлерами, получавшими только питьевую воду, согласно нашим исследованиям, на 5,78%, в том числе курочек – на 8,89 %, петушков – на 7,84 %.

Известно, что живая масса птицы определяется ее среднесуточными приростами. Характеристика среднесуточных приростов цыплят-бройлеров в период выращивания представлена на рисунках 5-7.

Среднесуточные приросты у цыплят-бройлеров разных групп без учета пола по итогам первой недели выращивания находились в пределах

14,06-14,97 г, достоверных различий между группами не выявлено. Однако наибольшая величина показателя отмечена у цыплят опытной группы 2, что характерно также при дифференцировке птиц по полу. Курочки опытной группы 2 достоверно превосходили по среднесуточному приросту курочек опытной группы 1 на 1,51 г, или на 11,19 % (p<0,05). Последние характеризовались наименьшей величиной показателя – 13,49 г, что достоверно меньше по сравнению с контрольной группой на 1,20 г, или на 8,90% (p<0,05). Среди петушков достоверных различий не выявлено, среднесуточный прирост колебался от 13,97 г (опытная группа 3) до 14,93 г (опытная группа 2).

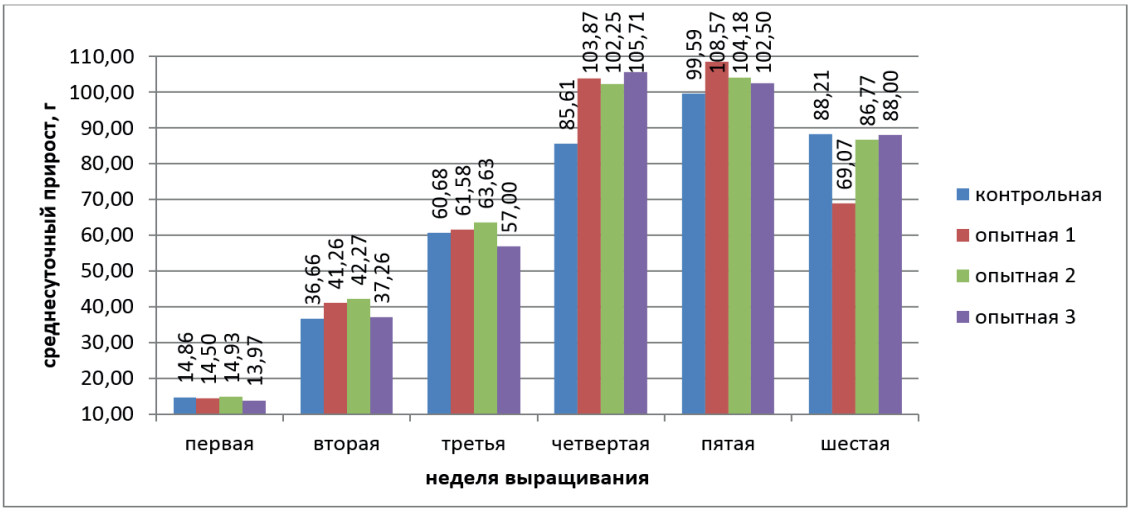


Рис. 6 – Среднесуточный прирост петушков в период выращивания, г

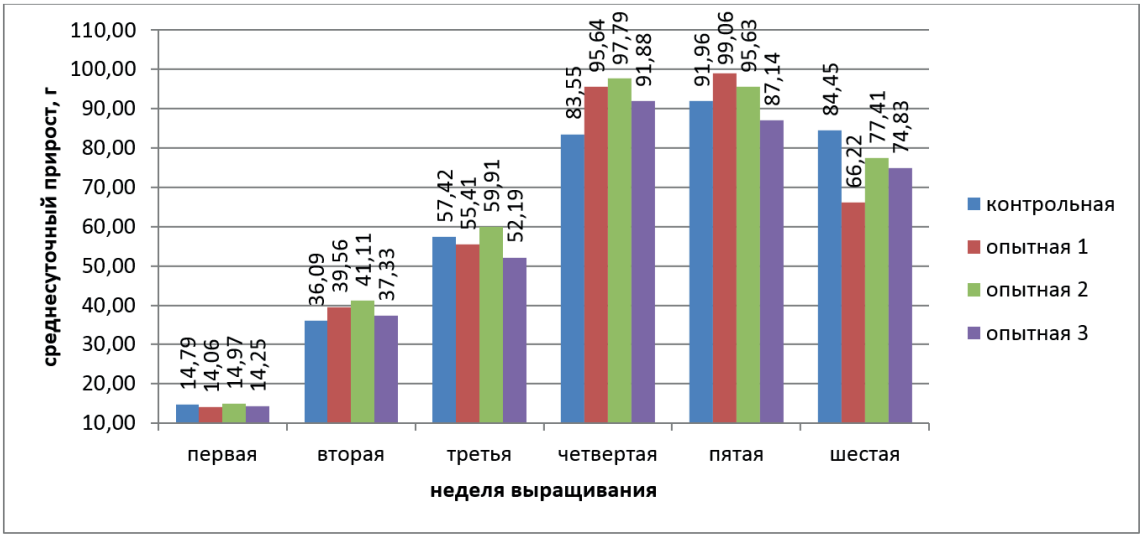


Рис. 7 – Среднесуточный прирост цыплят-бройлеров без учета пола в период выращивания, г

Цыплята опытной группы 2 независимо от пола характеризовались более высокими среднесуточными приростами и за вторую неделю выращивания. Без учета пола у бройлеров опытной группы 2 среднесуточный прирост составил 41,11 г, что больше показателей контрольной группы и опытной группы 3 на 5,02 г, или на 13,91 % (p<0,001) и 3,78 г, или на 10,13 % (p<0,01). Среднесуточный прирост бройлеров опытной группы 1 составил 39,56 г, что также больше показателя цыплят контрольной группы на 3,47 г, или на 9,61 % (p<0,05).

Среднесуточный прирост курочек опытной группы 2 составил 40,32 г, что на 5,10 г, или на 14,48 % (p<0,01) больше показателя курочек контрольной группы. Птица опытной группы 2 также достоверно превосходила показатель птицы опытной группы 3 на 2,96 г, или на 7,92 % (p<0,05).

У петушков опытной группы 2 среднесуточный прирост составил 42,27 г, что достоверно больше, чем у петушков контрольной группы, на 5,61 г, или на 15,30 % (p<0,01), и петушков опытной группы 3 на 5,01 г, или на 13,45 % (p<0,01). Достаточно высоким среднесуточным приростом характеризовались также петушки опытной группы 1 – 41,26 г, что, аналогично показателю цыплят опытной группы 2, оказалось достоверно больше, чем у птицы контрольной и опытной группы 3 – на 4,60 г, или на 12,55 % (p<0,05) и на 4,00 г, или на 10,74 % (p<0,01).

Лидерство бройлеров опытной группы 2 сохранилось и по третьей неделе выращивания: без учета пола – 59,91 г, у курочек – 57,37 г, у петушков

– 63,63 г, в то время как в других группах среднесуточный прирост находился в пределах 52,19-57,42г, 50,00-52,42 г, 57,00-61,58 г соответственно. Однако достоверные различия выявлены только при сопоставлении показателей опытной группы 2 с опытной группой 3 без учета пола и у курочек. Так, бройлеры опытной группы 3 без учета пола характеризовались среднесуточным приростом, равным 52,19 г, что достоверно меньше, чем у птицы опытной группы 2, на 7,72 г, или на 14,79 % (p<0,01). Курочки опытной группы 3 характеризовались среднесуточным приростом, равным 50,00 г, что достоверно меньше, чем у курочек опытной группы 2, на
7,37 г, или на 14,74 % (p<0,05). Других достоверных различий между группами птицы не выявлено.

За четвертую неделю выращивания цыплята-бройлеры опытной группы 2 вновь характеризовались более высокими показателями, за исключением петушков, у которых в опытной группе 1 получено большее значение среднесуточного прироста по сравнению с опытной группой 2, однако недостоверное.

Без учета пола у цыплят-бройлеров опытной группы 2 выявлен среднесуточный прирост в количестве 97,79 г, что на 14,24 г, или на 17,04 % больше, чем у цыплят контрольной группы (p<0,001). Также контрольную группу по данному показателю превосходили цыплята-бройлеры опытной группы 1 – на 12,09 г, или на 14,47 % (p<0,05).

Среднесуточный прирост курочек опытной группы 2 составил 94,74 г, достоверно превосходя все остальные группы: контрольную – на 14,62 г, или на 18,25 % (p<0,001); опытную группу 1 – на 9,85 г, или на 11,60 % (p<0,05); опытную группу 3 – на 9,16 г, или на 10,70 % (p<0,05).

Среднесуточный прирост петушков контрольной группы составил 85,61 г, что достоверно меньше, чем во всех опытных группах. Так, разница с петушками опытной группы 1 оказалась равной 18,26 г, или 21,33% (p<0,01), с петушками опытной группы 2 – 16,64 г, или 19,44 % (p<0,01), с петушками опытной группы 3 – 20,10 г, или 23,48 % (p<0,05).

Таким образом, вторая и четвертая недели выращивания характеризовались закономерным и достоверным в целом ряде случаев превосходством цыплят-бройлеров опытных групп над контрольной.

Так, по второй неделе выращивания среднесуточные приросты бройлеров опытных групп составили: без учета пола – 37,33-41,11 г, у курочек – 37,36-40,32 г, у петушков – 37,26-42,27 г, в то время как в контрольной – 36,09 г, 35,22 г и 36,66 г соответственно.

По четвертой неделе выращивания аналогичные показатели составили 91,88-97,79 г, 84,89-94,74 г, 102,25-105,71 г по сравнению с 83,55 г, 80,12 г и 85,61 г соответственно. Наилучшие показатели среди опытного поголовья выявлены в опытной группе 2, что отмечено также по первой и третьей неделям выращивания.

В оставшиеся две недели заметные различия между группами практически отсутствовали.

По пятой неделе опытная группа 2 превосходила показатели остальных групп только у курочек, разница с опытной группой 3 в 9,94 г, или в 12,45 % достоверна (p<0,05). У петушков и без учета пола более высокие показатели выявлены в опытной группе 1, однако они не достоверны. Начиная с данной недели, наблюдалось отставание цыплят-бройлеров опытной группы 3 от контрольной.

По шестой неделе выращивания достоверных различий между группами выявлено не было как без учета пола, так и с дифференциацией по полу. Причем скорость роста опытных групп даже снизилась по сравнению с показателем цыплят-бройлеров контрольной группы и показателями за предыдущую неделю выращивания. Последнее открывает вероятные перспективы для уменьшения сроков выращивания бройлеров в соответствии с современными тенденциями мирового птицеводства.

Завершить изучение данного вопроса логично анализом среднесуточных приростов птицы за весь период выращивания (рис. 8).

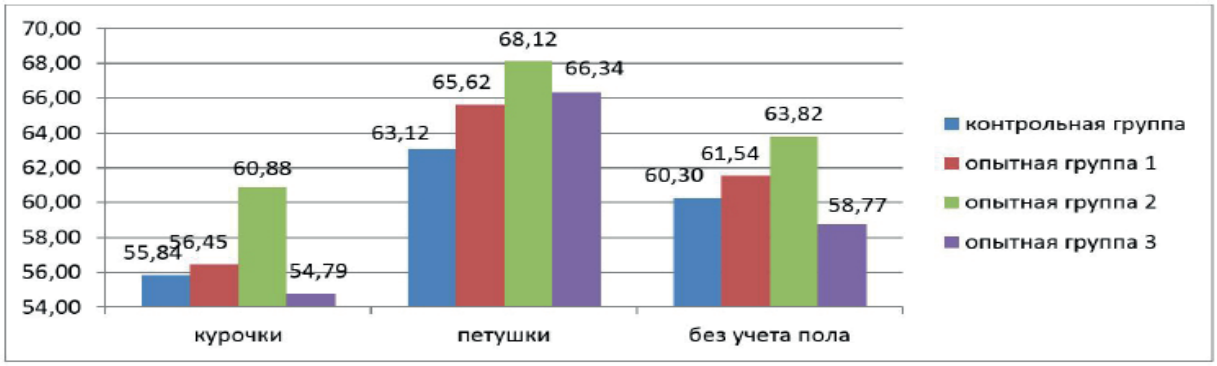


Рис. 8 – Среднесуточные приросты цыплят-бройлеров за весь период выращивания, г

Однозначно наилучшие результаты отмечены в опытной группе 2. Без учета пола результат цыплят данной группы составил 63,82 г, или достоверно больше, чем в опытной группе 3, на 5,05 г, или на 8,59 % (p<0,05). Среднесуточный прирост курочек опытной группы 2 оказался равным 60,88 г, что на 6,09 г, или на 11,12% больше по сравнению с показателем курочек опытной группы 3 (p<0,01).

Цыплята-бройлеры опытной группы 3 без уче-

та пола, а также курочки уступали показателю птиц контрольной группы. Бройлеры опытной группы 1 по среднесуточному приросту занимали промежуточное положение среди опытных групп.

Выводы

Таким образом, оптимальной дозой дачи препарата BioSap Fulvic Power компании BioSap Technologies следует считать добавление 4% в питьевую воду, что дает наилучший результат по живой массе и среднесуточным приростам цыплят-бройлеров независимо от пола птицы.

Список литературы

1. Болгова, Ю.А. Оценка влияния сапропеля и удобрения на его основе на рост и развитие растений на техногенно деградированных и загрязненных почвах агроэкосистем / Ю.А. Болгова, А.А. Фионова, Г.В. Уливанова // Научно-практические достижения молодых ученых как основа развития АПК: Материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конф. (05 марта 2019 года). – Рязань, 2019. – С.45-50.

2. Лосякова, Е.В. Качество мяса цыплят-бройлеров, получавших кормовые добавки на основе сапропеля / Е.В. Лосякова, Н.М. Костомахин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2019. – №4. – С.3-10.

3. Обоснование использования удобрительно-мелиорирующей смеси на основе торфа и сапропеля для повышения плодородия деградированных почв / Л.В. Кирейчева, А.В. Нефедов, К.Н. Евсенкин и [др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – №3(31). – С.12-17.

4. Перспективы использования сапропеля в птицеводстве / Ю.В. Аржанкова, П.В. Лисица, А.Ю. Васина и [др.] // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №1(26). – С.7-12.

5. Сапропель – важный источник органических удобрений / В.В. Морозов, А.Н. Павлов, И.В. Кокунова и др. // Земледелие. – 2001. – №5. – С.35.

6. BioSap Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biosap.tech/products/, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

7. Bultka V. Lake sapropel additive into layer feed / V. Bultka, J. Latvietis // Land-bauforsch Volkenrode. Braunschweig, 2001. – S.304-308.

FULVIC ACID PREPARATION INFLUENCE ON BROILER CHICKEN GROWTH RATE

Arzhankova Julia V., *Doctor o0f Biological Sciences, assistant professor, professor of the Department for Zootechnologies and Animal Produce Processing Department, ar@vgsa.ru*

Skoptsova Tatiana I.*, Candidate of Agriculture, assistant professor, tatyskopcova@yandex.ru*

Popova Svetlana A., *Candidate of Agriculture, assistant professor, popova@vgsa.ru*

State Agricultural Academy of Velikie Luki

The research goal was to learn how the live weight and average daily weight gains of «Hubbard» cross broiler chickens change when their drinking water is added with a fulvic acid preparation produced by the BioSap Technologies company. Birds of both the control and experimental groups were fed in the raising period the similar feeding rations (complete-value combined feeds of pre-start, start-1, start-2, growth, finishing) depending on the growth stage of chickens. The birds in the experimental groups were fed additionally 2, 4 u 6% fulvic acid preparations produced from the sapropel of the Tver oblast Zharki lake .By the slaughter time, at the age of 40 days, the best live weight results of 2592,97 grammes were shown by experimental group 2 fed with a 4 % preparation, which reliably exceeded the weight of group 3 chickens (6 % preparation) by 203,31 grammes, or by 8,51 % (p<0,01). With female chickens in group 2 the value was 2475,53 grammes, which reliably exceeded the weight of group 3 chickens by 245,53 grammes, or by 11,01 % (p<0,01) Broiler chickens of experimental groups 1 and 2 exceeded the control group, the same was noted with male chickens ot experimental group 2 too. The best results in average daily gain were also recorded in experimental group 2. Sex differences not being considered, the result was 63,82 grammes, which reliably exceeded the weight of group 3 chickens by 5,05 grammes, or by 8,59 % (p<0,05). Daily gains of female chickens in experimental group 2 were 60,88 grammes, or 6,09 grammes higher than those in experimental group 3 (11,12 %). Broiler-chicken values of experimental group 3, sex not being considered, as well as female chicken gains were lower than those of the control group. The optimum dose of the BioSap Fulvic Power preparation produced by the BioSap Technologies company should be considered that of 4 % added into drinking water.

Key words: *sapropel, fulvic acid, broiler chickens, live weight, average daily gain.*

Literatura

1.Bolgova, YU.A. Otsenka vliyaniya sapropelya i udobreniya na ego osnove na rost i razvitie rastenij na tekhnogenno degradirovannykh i zagryaznennykh pochvakh agroehkosistem / YU.A. Bolgova, A.A. Fionova, G.V. Ulivanova // Nauchno-prakticheskie dostizheniya molodykh uchenykh kak osnova razvitiya APK: Materialy Vserossijskoj studencheskoj nauch.-prakt. konf. (05 marta 2019 goda). – Ryazan', 2019. – S.45-50.

2.Losyakova, E.V. Kachestvo myasa tsyplyat-brojlerov, poluchavshikh kormovye dobavki na osnove sapropelya / E.V. Losyakova, N.M. Kostomakhin // Kormlenie sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo. – 2019. – №4. – S.3-10.

3.Obosnovanie ispol'zovaniya udobritel'no-melioriruyushhej smesi na osnove torfa i sapropelya dlya povysheniya plodorodiya degradirovannykh pochv / L.V. Kirejcheva, A.V. Nefedov, K.N. Evsenkin i dr. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2016. –

№3(31). – S.12-17.

4.Perspektivy ispol'zovaniya sapropelya v ptitsevodstve / YU.V. Arzhankova, P.V. Lisitsa, A.YU. Vasina i dr. // Izvestiya Velikolukskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. – 2019. – №1(26). – S.7-12.

5.Sapropel' – vazhnyj istochnik organicheskikh udobrenij / V.V. Morozov, A.N. Pavlov, I.V. Kokunova i dr. // Zemledelie. – 2001. – №5. – S.35.

6.BioSap Technologies [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://biosap.tech/products/, svobodnyj. – Zagl. s ehkrana. – YAz. rus.

7.Bultka V. Lake sapropel additive into layer feed / V. Bultka, J. Latvietis // Land-bauforsch Volkenrode. Braunschweig, 2001. – S.304-308.

УДК 616.995.1 (470. 342) ***DOI 10.36508/RSATU.2020.86.45.002***

КРОВОСОСУЩИЕ НАСЕКОМЫЕ КАК ВЕКТОР ПЕРЕНОСА ЗООАНТРОПОНОЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

БЯКОВА Ольга Викторовна, *канд. биол. наук, доцент кафедры зоогигиены, физиологии и биохимии, aib05@mail.ru*

ПИЛИП Лариса Валентиновна, *канд. вет. наук, доцент кафедры зоогигиены, физиологии и биохимии, pilip_larisa@mail.ru*

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Статья посвящена ситуации по зооантропонозным заболеваниям, в передаче которых принимают участие кровососущие насекомые. Проанализирована эпидемиологическая ситуация по малярии, туляремии и дирофиляриозу в Кировской области, приведены данные по частоте заболеваемости малярией и туляремией, а также их сезонная и территориальная зависимость. По данным Панюковой Е.В. (2015) на территории Кировской области зарегистрировано 25 видов комаров, являющихся типичными представителями для лесной зоны. Единичные случаи малярии объясняются миграцией населения из неблагополучных по данному заболеванию стран. Природный очаг по туляремии поддерживают мелкие грызуны, которые в большом количестве присутствуют на территории Кировской области: полевая мышь, серая и черная крыса, разные виды серых полевок. Вспышка туляремии, имеющая трансмиссивный характер, с числом случаев регистрации болезни у 20 и 25 человек, зарегистрирована была соответственно в 2012 и 2015 годах. Дирофиляриоз человека в Кировской области впервые зарегистрирован в 2008 году. Наиболее частым клиническим проявлением заболевания является дирофиляриоз органа зрения. Комары рода Aedes и Culex участвуют в жизненном цикле дирофилярий, являясь вектором передачи инвазионных личинок от больного животного к человеку. При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы дирофилярии выявлены в мясе медведей. С 2013 года по настоящее время дирофиляриоз ежегодно регистрируется у служебных собак с максимальной экстенсивностью инвазии в 2013 году – 30,2 %. Природные очаги зооантропонозов поддерживаются в Кировской области благоприятными условиями для жизнедеятельности как кровососущих насекомых, так и их прокормителей. Важным звеном в профилактике данных заболеваний является активная санитарно-просветительная работа среди населения.

Ключевые слова: *комары, зооантропонозное заболевание, туляремия, малярия, человек, дирофиляриоз, служебные собаки, Кировская область*

Введение

Природно-очаговые инфекции на территории Российской Федерации распространены повсеместно. Центром гигиены и эпидемиологии Кировской области ежегодно регистрируются туляремия, малярия, дирофиляриоз, геморрагическая лихорадка с почечной недостаточностью (ГЛПН), псевдотуберкулёз, иерсиниоз [8]. Вектором переноса ряда перечисленных заболеваний выступают кровососущие насекомые: мошки, комары, клещи, слепни [6]. Наибольшая роль отводится комарам, ареалом которых является территория Российской Федерации и Кировской области. Только на территории Кировской области обнаружено 25 видов комаров [5].

Первые сведения о фауне кровососущих комаров на территории Кировской области приведены А.И. Шерниным (1960), который отметил 3 вида комаров: Anopheles maculipennis, Anopheles claviger и Culex pipiens [9]. В результате дальнейших исследований комаров семейства Culicidae в фауне Кировской области было обнаружено 17 видов, из них 14 – новые для фауны региона. В настоящее время на территории Кировской области по данным Е.В. Панюковой и С.В Пестова зарегистрировано 25 видов комаров пяти родов. К массовым видам отнесены: Aedex cinereus, Ochlerotatus diantaeus, Ochlerotatus cantans,

© Бякова О. В., Пилип Л. В., 2020 г.

Ochlerotatus communis. Aedex rossicus, Anopheles messeae, Culex pipiens, Ochlerotatus intrudens, Ochlerotatus leucomelas, Ochlerotatus pullatus, Ochlerotatus punctor, Ochlerotatus riparius – обычные для Кировской области. При сравнении типичных биотопов Кировской области наибольшее видовое разнообразие отмечено в сосновых лесах, наименьшее – в липовых лесах [5].

Климат и рельеф Кировской области благоприятен для размножения некоторых видов комаров, которые могут одновременно являться переносчиками зооантропонозов. Так, область находится на северо-востоке Русской (Восточно-Европейской) равнины, в центрально-восточной части Европейской России. Располагается на 570 км с севера на юг и на 440 км с запада на восток. Кировская область входит в состав Приволжского федерального округа и имеет границу с девятью субъектами: на востоке граничит с Пермским краем и Удмуртией, на севере – с Республикой Коми и Архангельской областью, на западе – с Вологодской, Костромской, Нижегородской областями, на юге – с республиками Марий Эл и Татарстан. Её поверхность представляет собой всхолмлённую увалисто-волнистую равнину. Преобладающими формами рельефа являются ровные водораздельные пространства и пологие склоны. Возвышенности местами разделяются заболоченными низменностями: Чепецкой, Кирово-Котельнической, Кильмезской и др. с песчаным рельефом [5].

На территории Кировской области встречаются речные долины, в том числе долина реки Вятка шириной до 10 км с 4-5 надпойменными террасами. В центральной и южной частях развиты овраги глубиной 30-40 м. В некоторых районах густота овражно-балочной сети достигает 0,4-0,6 км на 1 км^2 (Вятский Увал). Климат умеренно континентальный, благоприятный для цикла развития комаров, являющихся переносчиками малярии, туляремии, дирофиляриоза [5,6].

Целью наших исследований являлось изучение роли комаров как переносчиков зооантропонозных заболеваний, регистрируемых в Кировской области.

Материалы и методы исследований

Статистические исследования проводили обзорно-аналитическим методом с использованием официальных документов Управления ветеринарии и Роспотребнадзора Кировской области и Российской Федерации за период с 1995 по 2019 гг. На протяжении 2013-2019 г.г. в рамках госконтракта проводились исследования по выявлению дирофиляриоза среди собак в Кировской области. С этой целью у животных брали кровь в утренние часы из вены сафена в пробирки с антикоагулянтом для обнаружения живых микрофилярий методом центрифугирования с дистиллированной водой по В.Б. Ястребу.

Результаты исследований

Малярия (mala aria — «плохой воздух») передается от больного человека здоровому через укусы самок малярийных комаров рода Anopheles. Заболевание сопровождается лихорадкой, периодическим ознобом, головной болью, тошнотой. Для малярии характерны также гепатомегалия и анемия. Среди 4-х форм заболевания наиболее опасна тропическая малярия, которая приводит к летальному исходу. Всемирная организация здравоохранения ежегодно фиксирует порядка 200 миллионов случаев заболевания человека малярией с высокой смертностью, в том числе детской. 85-90 % случаев заражения приходится на страны Африки (Нигерия, Конго, Мозамбик), Индии, Пакистана и др. В Советском Союзе до начала 1950-х г.г. XX века малярия являлась серьезнейшей проблемой с пиком заболеваемости в 1934-1935 годах, когда было зарегистрировано более 9 млн случаев. Максимальное поражение населения регистрировалось на территории Кавказа, Закавказья, Средней Азии и Поволжья, в Средней полосе Европейской части СССР и в Сибири. Темпы снижения малярии зарегистрированы с момента широкого применения контактных инсектицидов. В настоящее время из стран ближнего зарубежья наиболее неблагополучны по малярии Таджикистан и Азербайджан. Возобновилась передача трехдневной малярии на Северном Кавказе, зарегистрированы местные случаи малярии в Дагестане, Краснодарском крае, Саратовской, Курганской, Волгоградской и Московской областях [7,8].

В Кировской области по данным Управления Роспотребнадзора и центра гигиены и эпидемиологии [8] малярия регистрируется с 1995 года. В 2003 году в области зарегистрировано 3 случая завозной малярии: 2 завозных случая трехдневной малярии (жители Азербайджана, приехавшие в г. Киров к родственникам) и 1 случай тропической малярии (работник авиапредприятия, работающий в Анголе и Демократической Республике Конго). В 2005 году было выявлено двое жителей области, больных малярией, заразившихся на территории России (в Московской области). В 2010 году зарегистрирован 1 случай завозной тропической малярии из Индонезии (житель г. Кирова). На протяжении с 2011 по 2017 годы малярия в Кировской области не регистрировалась. В 2018 году зарегистрировано 2 случая малярии: трехдневная завозная малярия из Республики Камбоджа (житель г. Кирова) и тропическая малярия из Западной Африки (гражданин Республики Кот-д'Ивуар). В 2019 году заболевание не выявлялось. Таким образом, все случаи малярии являются завозными. Частота заболеваемости малярией по годам представлена на рисунке 1. Единичные случаи малярии на территории Кировской области регистрировались чаще с мая по август – 71,43 % (рис. 2), преимущественно в городе Кирове. Хотя Е.В. Панюкова и С.В. Пестов [5] указывали, что на территории Кировской области регистрируются Anopheles messeae, эти случаи регистрации малярии необходимо рассматривать как завозные и связывать их с активной миграцией населения в неблагополучные по малярии страны, в том числе в рамках туризма. Так, популярный среди туристов Таиланд эндемичен по малярии, максимальное число заболевших регистрируется там в сезон дождей с июня по сентябрь.

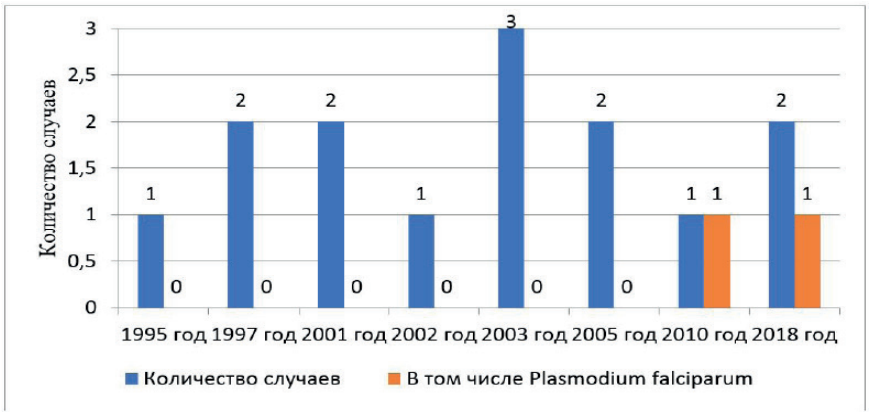


Рис. 1 – Частота заболеваемости малярией в Кировской области (1995-2018 г.г.)

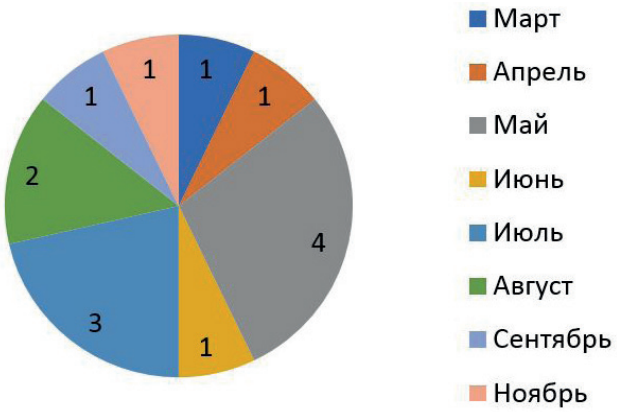


Рис. 2 – Количество выявленных случаев по месяцам (1995-2018 г.г.)

Туляремия (от названия округа Туларе в Калифорнии) является очаговым заболеванием, характеризующимся сильной лихорадкой, интоксикацией и воспалением лимфатических узлов. Возбудитель туляремии регистрируется практически по всему миру. В 2019 году случаи заболевания туляремией были зарегистрированы в Испании, Италии, Швеции. В России данное заболевание впервые было зарегистрировано в 1926 году в Астраханской области. На территории РФ до 2000 года ежегодно регистрировалось от 100 до 400 случаев этого заболевания в год, а в 2013 году в Ханты-Мансийске было зафиксировано 800 случаев инфекции за год. Переносчиками возбудителя туляремии являются комары рода Aedes [4,8].

На территории Кировской области природные очаги по туляремии поддерживаются мелкими млекопитающими – полевой мышью, серой и черной крысой и разными видами серых полевок, а переносчиками являются комары, клещи, слепни и другие насекомые, питающиеся кровью. Неблагополучная ситуация по туляремии объясняется сокращением объемов истребительных мероприятий, направленных против грызунов, и отсутствием истребительных мероприятий против комаров. Неудовлетворительное санитарное состояние лесопарковых зон, несвоевременный вывоз мусора, несанкционированные свалки мусора способствуют поддержанию высокой численности грызунов. Изменение погодных условий в виде потепления климата, длительного весеннего половодья, обильных осадков приводит к увеличению численности комаров и мошек, а также их контактов с прокормителями [8].

С 1942 года в Кировской области было зарегистрировано более 2000 случаев заболеваний туляремией. В 40-50 годах XX века наблюдались вспышки туляремии с водным путем передачи инфекции. С 2005 года регистрировались единичные случаи туляремии с предполагаемым переносом возбудителя F. tularensis через кровососущих насекомых. Так, в 2012 году зарегистрированы очаги туляремии со вспышкой на территории вблизи поймы реки Вятка в границах города Кирова с трансмиссивным характером передачи инфекции, вероятнее всего, через укусы комаров. Вторая вспышка отмечена в 2015 году, когда заболевание охватило юг области: Малмыжский, Кильмезский, Нолинский, Уржумский районы и центр области: Оричевский район и город Киров [6,8]. Чаще всего туляремия регистрировалась в городе Кирове с июля по октябрь, с максимальными значениями в сентябре (42,1 %). Также заболевание регистрировалось в Шабалинском, Нолинском, Малмыжском, Оричевском, Кильмезском, Омутнинском, Уржумском, Санчурском и Котельничском районах.

Дирофиляриоз (diro и filum – «злая нить») – паразитарное заболевание, вызываемое нематодами рода Dirofilaria. Источником инвазии и окончательными хозяевами в синантропном очаге являются собаки, а в природном – дикие плотоядные. Промежуточными хозяевами дирофилярий являются комары преимущественно родов Aedes и Culex, реже Anopheles. После оплодотворения самки дирофилярий отрождают в кровь собаки множество микрофилярий. При укусе личинки дирофилярий попадают в организм комара, где развиваются до инвазионной стадии. Такой комар является вектором передачи заболевания, представляя опасность для восприимчивого животного или для человека. Однако следует отметить, что в организме человека развитие гельминта до половозрелого состояния чаще всего не происходит [2,3]. С 1915 по 2011 гг. на территории 41 субъекта РФ зарегистрирован 701 случай дирофиляриоза человека, причём отмечается увеличение случаев

заболевания.

С 2008 года Кировская область стала неблагополучной по дирофиляриозу человека. Первые случаи были зарегистрированы в Нововятске и Котельническом районе (дирофиляриоз органов зрения). На сегодняшний день дирофиляриоз человека зарегистрирован в Кирово-Чепецком и Котельническом районах, а также в городе Кирове. Наиболее благоприятным для заражения является интервал с мая по сентябрь, однако при наличии затапливаемых подвалов заболевание может регистрироваться круглогодично, в таком случае речь идёт о «внутридомовом» заражении [1,2,6].

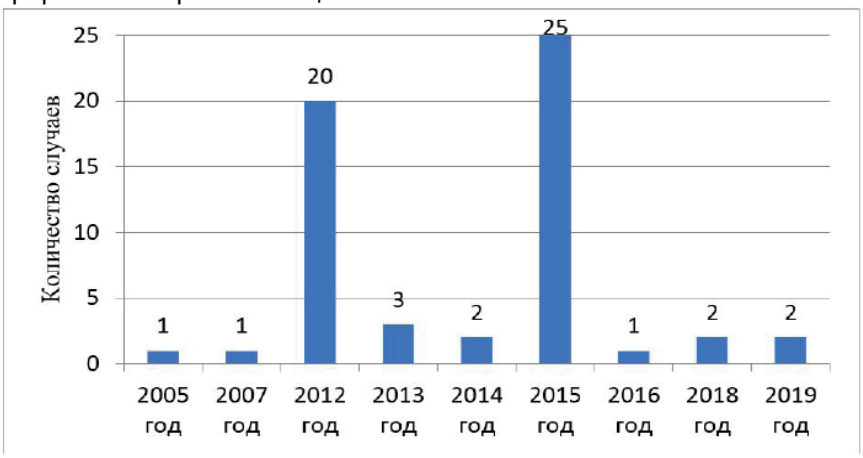


Рис. 3 – Частота заболеваемости туляремией в Кировской области (1995-2018 гг.)

За период с 2008 по 2013 годы зарегистрировано 12 случаев дирофиляриоза среди взрослого населения. По словам пациентов, заражение происходило через укусы кровососущих насекомых в лесу и на территории садоводческих участков.

По данным ветеринарно-санитарной экспертизы при исследовании мяса медведей были выявлены нематоды рода Dirofilaria. В синантропном очаге, начиная с 2013 года, ежегодно регистрируется дирофиляриоз среди служебных собак. Максимальная экстенсивность инвазии по данному зоонозу отмечена в 2013 году и составила 30,2 %, а среди собак, проживающих в квартире, этот показатель составил 11,8%. Наименьшая экстенсивность инвазии зарегистрирована в 2019 году: показатель экстенсивности инвазии среди собак, находящихся в городке служебного собаководства, составил 4,7 %. Снижение численности больных собак на территории служебного питомника объясняется эффективными лечебными и профилактическими мероприятиями, проводимыми в отношении дирофиляриоза.

Дирофиляриоз у собак проявляется в подкожной или сердечной форме. Dirofilaria repens, вызывающая подкожную форму, локализуется у собак в подкожной клетчатке, приводя к покраснению кожи, зуду, эрозиям, аллопециям. На коже возникают припухлости размером от горошины с выраженной флюктуацией; в области головы и подушечек лап образуются пузырьки, заполненные гнойным содержимым (рис. 4).

Рис. 4 – Нематода Dirofilaria repens в подкожном уплотнении на морде кобеля (фото О.В. Бяковой)

При хирургическом вскрытии припухлости в ее полости обнаруживаются Dirofilaria repens (рис. 5). Часто клинические признаки подкожной формы дирофиляриоза исчезают в зимний период и обостряются в весенне-летнее время.

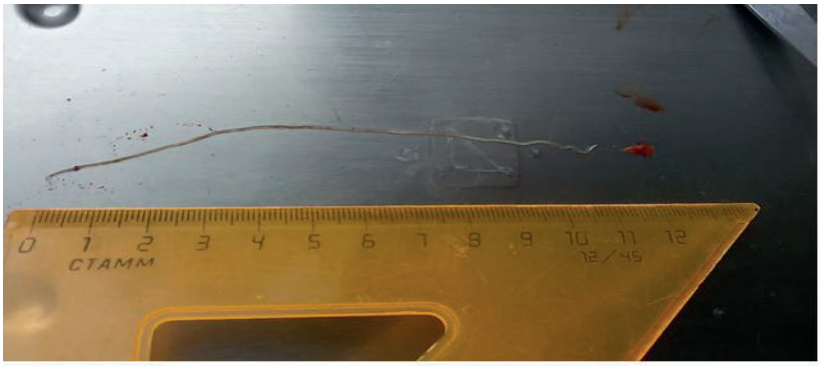


Рис. 5 – Нематода D.repens, извлечённая из подкожного уплотнения собаки (фото О.В. Бяковой)

Dirofilaria immitis, являющаяся причиной сердечной формы дирофиляриоза, локализуется в крупных кровеносных сосудах сердца. Заболевание чаще протекает атипично, характеризуется вялостью, истощением, утренним кашлем, потерей сознания при физической нагрузке, сердечными отеками и внезапной гибелью животного. Развитие паразита в организме собак от личинки до половозрелой стадии у D. immitis составляет 8-9 месяцев с продолжительностью жизни до 7 лет.

Диагностика заболевания бывает затруднена и основывается на данных анамнеза, клинической картины, лабораторных исследований [1], поэтому чаще заканчивается гибелью животного. Обнаружение микрофилярий в крови при микроскопировании мазка служит основанием для постановки диагноза дирофиляриоз, без уточнения формы заболевания у животного (рис. 6).

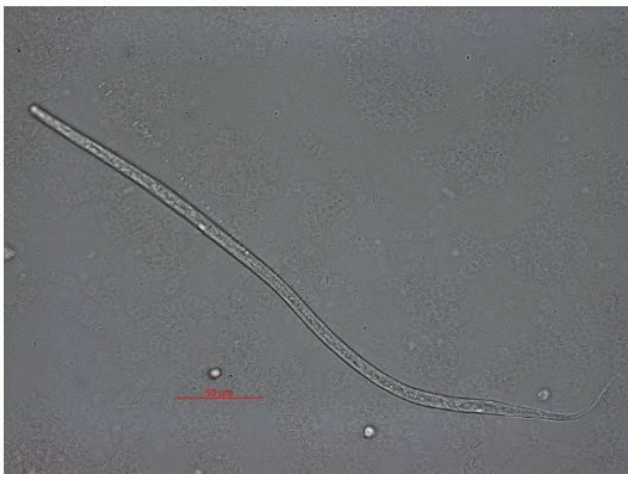


Рис. 6 – Микрофилярия в мазке крови (увеличение 40 х 60) (фото О.В. Бяковой)

Форму заболевания можно определить, учитывая данные морфологии гельминта, а также с использованием специальных методов лабораторной диагностики, например, иммунохроматографического метода. Для профилактики и своевременной диагностики дирофиляриоза рекомендуется проводить плановые диспансеризации домашних и служебных собак с обязательным исследованием на дирофиляриоз, а также осуществлять разъяснительную работу среди владельцев собак.

Заключение

Климат и рельеф Кировской области благоприятен для размножения некоторых видов комаров. Комары являются вектором переноса антропозоонозных заболеваний. В Кировской области такими заболеваниями являются малярия, туляремия и дирофиляриоз. Малярия регистрируется в единичных случаях, носит завозной характер и не является эндемичным заболеванием для Кировской области. Циркуляцию возбудителя туляремии в Кировской области регистрируют ежегодно с 2012 года, отмечены как спорадические случаи, так и вспышечные проявления в 2012 и 2015 гг. Данную ситуацию можно объяснить ослаблением дератизационных, акарицидных и дезинсекционных работ, а также снижением объема иммунизации у населения, проживающего на неблагополучных территориях. В настоящее время сохраняется высокая вероятность в отношении активизации очагов туляремии. Дирофиляриоз на территории Кировской области был впервые зарегистрирован у человека в 2008 году, а среди собак в синантропном очаге в 2013 году. Все случаи заражения человека связаны с выполнением сельскохозяйственных работ в летний период, что доказывает наличие местного очага дирофиляриоза среди домашних и плотоядных животных, в котором комары являются переносчиками заболевания от собак к человеку. Таким образом, погодные условия, длительное весеннее половодье, обилие осадков в Кировской области приводят к благоприятным условиям для размножения как кровососущих переносчиков зооантропонозов, так и их прокормителей.

Список литературы

1. Бякова, О.В. Морфологические и биохимические показатели крови при дирофиляриозе плотоядных /О.В. Бякова, Л.В. Пилип, А.Ф. Сапожников // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями, 2016. –№ 17. – С. 96 – 99.

2. Бякова, О.В. Dirofilaria repens и Dirofilaria immitis – возбудители дирофиляриоза плотоядных в Кировской области / О.В. Бякова, Л.В. Пилип // Актуальные проблемы науки и агропромышленного комплекса в процессе европейской интеграции: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 95-летию высшего с/х образования на Урале. – Пермь. - 2013. – С. 165 – 167.

3. Малинин, С.Ф. Новый зооноз в Кировской области /С.Ф. Малинин, О.В. Бякова, Л.В. Пилип

// Проблемы развития животноводства в условиях учреждений ФСИН России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пермский институт ФСИН России. – 2014. – С. 53-57.

4. Никифоров, В.В. Туляремия: от открытия до наших дней /В.В. Никифоров// Инфекционные болезни, 2007. – № 1. – С 67 – 76.

5. Панюкова, Е.В. Фауна и экология кровососущих комаров (diptera, culicidae) Кировской области / Е.В. Панюкова, С.В. Пестов // Паразитология, 2015. – № 3. – С. 208 – 224.

6. Пилип, Л.В. Использование экспресс-теста для выявления антигенов D. immitis /Л.В. Пилип, О.В. Бякова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2018. – № 1 (6). – С. 53-57.

7. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] https://www.who.int/malaria/media/world-malaria-report-2018/ru (Дата обращения 24.12.2019).

8. Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области [Электронный ресурс] http://www.sanepid.ru (Дата обращения 24.12.2019).

9. Шернин, А.И. Природа Кировской области /А.И. Шернин // Киров. - Волго-Вятское книжное изд-во. - 1960. – С. 156 – 158.

MOSQUITOES AS A VECTOR OF TRANSFER OF ANTHROPOSOZOUS DISEASES

Byakova Olga V., *candidate of biological sciences, associate professor of the department of zoohygiene, physiology and biochemistry, Vyatka State Agricultural Academy, aib05@mail.ru*

Pilip Larisa V., *candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of zoohygiene, physiology and biochemistry, Vyatka State Agricultural Academy, pilip_larisa@mail.ru*

The article describes the situation of zooanthroponic diseases, in the transmission of which mosquitoes take part. The epidemiological situation of malaria, tularemia and dirofilariasis in the Kirov region was analyzed. Information was obtained on the incidence rate, seasonal and territorial dependence of malaria, tularemia and dirofilariasis. According to studies (E.V. Panyukova, 2015), 25 species of mosquitoes were registered in the Kirov region. These are representatives of the genus Ochlerotatus and one representative of malaria mosquitoes - Anopheles messeae, two species of the genus Aedes - A. cinereus and A. rossicus and Culex pipiens. However, isolated cases of malaria are explained by the migration of the population from disadvantaged countries. The natural focus on tularemia is supported by small rodents, which are present in large numbers in the Kirov region: field mouse, gray and black rats, and different types of gray voles. The outbreak of tularemia, which is transmissible in nature, with the number of cases of disease registration in 20 and 25 people, was recorded in 2012 and 2015, respectively. Dirofilariasis of man in the Kirov region was first registered in 2008. Often recorded dirofilariasis of the organ of vision. Mosquitoes of the genus Aedes and Culex participate in the life cycle of dirofilariae, being a vector of transmission of invasive larvae from a sick animal to humans. During the veterinary and sanitary examination, dirofilaria were detected in the meat of bears. From 2013 to the present, dirofilariasis is registered every year in service dogs, with a maximum invasion rate in 2013 of 30.2%. The natural focus of zooanthroponoses in the Kirov region is supported by favorable conditions for the life of both blood-sucking insects and their hosts. An important link in the prevention of these diseases is active health education among the population.

Key words: *dyrofilariasis, dogs, Kirov region, mosquitoes, anthropozoonosis disease, tularemia, malaria, people.*

Literatura

1.Byakova, O.V. Morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi pri dirofilyarioze plotoyadnyh /O.V. Byakova, L.V. Pilip, A.F. Sapozhnikov// Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami, 2016. –№ 17. – S. 96 – 99.

2.Byakova, O.V. Dirofilaria repens i Dirofilaria immitis – vozbuditeli dirofilyarioza plotoyadnyh v Kirovskoj oblasti / O.V. Byakova, L.V. Pilip// Aktual'nye problemy nauki i agropromyshlennogo kompleksa v processe evropejskoj integracii: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchyonnoj 95-letiyu vysshego s/h obrazovaniya na Urale. – Perm', 2013. – S. 165 – 167.

3.Malinin, S.F. Novyj zoonoz v Kirovskoj oblasti /S.F. Malinin, O.V. Byakova, L.V. Pilip// Problemy razvitiya zhivotnovodstva v usloviyah uchrezhdenij FSIN Rossii: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Permskij institut FSIN Rossii. – 2014. – S. 53-57.

4.Nikiforov, V.V. Tulyaremiya: ot otkrytiya do nashih dnej /V.V. Nikiforov// Infekcionnye bolezni, 2007. – № 1. – S 67 – 76.

5.Panyukova, E.V. Fauna i ekologiya krovososushchih komarov (diptera, culicidae) Kirovskoj oblasti / E.V. Panyukova, S.V. Pestov// Parazitologiya, 2015. – № 3. – S. 208 – 224.

6.Pilip, L.V. Ispol'zovanie ekspress-testa dlya vyyavleniya antigenov D. immitis /L.V. Pilip, O.V. Byakova// Vestnik Soveta molodyh uchenyh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva, 2018. – № 1 (6). – S. 53-57.

7.World Health Organization [Electronic resource] https://www.who.int/malaria/media/world-malaria-report-2018 (Date: 24.12.2019).

8.Centr gigieny i epidemiologii v Kirovskoj oblasti [Elektronnyj resurs] http://www.sanepid.ru (Data obrashcheniya 24.12.2019).

9.SHernin, A.I. Priroda Kirovskoj oblasti /A.I. SHernin// Kirov: Volgo-Vyatskoe knizhnoe izd-vo, 1960. – S. 156 – 158.

УДК 631.674.5:551.5:633.2/.3

DOI 10.36508/RSATU.2020.30.12.003

ОБОСНОВАНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ И ОЦЕНКА СХОДСТВА ВНУТРИВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ СЕНОКОСНО-ПАСТБИЩНОЙ ТРАВОСМЕСИ

ДУБЕНОК Николай Николаевич, *академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, ndubenok@mail.ru*

ЯЛАНСКИЙ Дмитрий Владимирович, *аспирант, dimka-045@mail.ru*

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

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

ЧЕРНИКОВА Ольга Владимировна, *канд. биол. наук, chernikova_olga@inbox.ru*

Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний

В данной работе была выполнена оценка теплообеспеченности и увлажненности территории северо-восточной зоны Республики Беларусь при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг., а также установление взаимосвязи внутривегетационного распределения метеоусловий посредством сравнения конкретных лет с годами различной обеспеченности. В качестве методов исследования для оценки теплообеспеченности и увлажненности вегетационных периодов при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси в 2016-2018 гг. в данной работе была применена математическая обработка метеорологических величин, а также с целью установления вариации распределения метеорологических элементов при сравнении данных конкретного года со среднемноголетними условиями был применен метод дескриптивных множеств. На основании математической обработки метеорологических величин установлено, что 2016 год является оптимальным по влагообеспеченности и теплым; 2017 год – средневлажным и оптимальным по теплообеспеченности; 2018 год – близким к засушливому и теплым. По методу дескриптивных множеств при сравнении с годом 50 %-й обеспеченности суммарная мера сходства осадков с учетом месячных величин составила 82,4; 77,9 и 75,4 %, а с учетом декадных – 79,9; 62,9 и 59,4 % соответственно за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг. . При сравнении с условиями, соответствующими году 50 %-й обеспеченности суммарная мера сходства среднесуточных температур воздуха с учетом месячных величин составила 95,7; 96,5 и 93,7 %, с учетом декадных – 92,5; 91,2 и 91,6 % соответственно за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг.

Ключевые слова: *орошение дождеванием, тепловлагообеспеченность, метеоусловия, мера сходства метеоусловий, вегетационный период*

Введение

Исходя из ряда научных работ [9, 12, 10, 11] можно отметить, что в географическом отношении в настоящее время оросительные мелиорации протянулись севернее, охватив в том числе и Республику Беларусь. Как указывается в работах [9, 12, 10], такую постановку вопроса можно пояснить тем, что территорию страны необходимо относить к зоне неустойчивого увлажнения, а особенно ее юг. Как отмечают исследователи [10, 11, 15], атмосферные осадки необходимы для обеспечения оптимальных водно-воздушных условий для растений не только в засушливые, средние, но и более влажные годы, однако их распределение по территории страны является вероятностным, что зачастую приводит к возникновению дефицита в них. На урожайность многолетних трав, в том числе сенокосно-пастбищной травосмеси, наиболее негативное влияние оказывает дефицит почвенной влаги, из-за которого в силу недостатка атмосферных осадков и часто возникающих засушливых периодов урожайность может снижаться в 1,5-2 раза [9, 12, 10, 8].

Цель исследования – выполнить анализ метеорологических элементов периода исследований по метеостанции г. Горки Горецкого района Могилевской области; выполнить оценку теплообеспеченности и увлажненности территории северо-восточной зоны Республики Беларусь за теплый вегетационный период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг. при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси. Произвести расчеты, использующие метод дескриптивных множеств, на основании чего дать оценку вариации внутривегетационного распределения метеоусловий относительно сравниваемых лет.

Материалы и методы исследования

В данной работе анализ периода исследований (2016-2018 гг.) был выполнен с учетом метеорологических величин, полученных по данным метеостанции г. Горки. На метеостанции г. Горки были установлены такие метеорологические приборы как максимальный и срочный термометры, термограф, гигрограф волосной, почвенный до-

© Дубенок Н. Н., Яланский Д. В., Мажайский Ю. А., Черникова О. В., 2020 г.

ждемер, плювиограф.

Обоснование метеорологических условий и оценка сходства внутривегетационных периодов при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси на предмет тепловлагообеспеченности были выполнены посредством математической обработки метеорологических величин в результате сравнения теплого периода (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг. с годами различной обеспеченности как по осадкам, так и по среднесуточным температурам воздуха. С целью установления вариации распределения метеорологических элементов при сравнении данных конкретного года с условиями, соответствующими году 50 %-й обеспеченности был применен метод дескриптивных множеств [5, 6, 16, 2, 18, 4].

Результаты исследования и их обсуждение

Оценку сходства теплых внутривегетационных периодов (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг. с годами различной обеспеченности по осадкам и среднесуточным температурам воздуха на предмет теплообеспеченности и увлажненности при орошении дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси выполним ниже. По данным метеостанции г. Горки были получены метеорологические величины за период 2016-2018 гг. Руководствуясь работой [3], для метеостанции г. Горки были приняты среднемноголетние показатели метеорологических элементов в различные по обеспеченности годы. Таким образом, для метеостанции г. Горки суммарные величины осадков в конкретные 2016-2018 гг. приняли следующие значения: 429,8 мм, 455,0 мм и 345,5 мм соответственно. В годы различной обеспеченности по осадкам их суммы распределились следующим образом: в году 10%-й обеспеченности — 559,0 мм, 25 %-й обеспеченности — 487,0 мм, 50 %-й обеспеченности — 412,0 мм, 75 %-й обеспеченности — 344,0 мм и 90 %-ной обеспеченности – 286,0 мм, В таблице 1 представлены результаты распределения месячных величин осадков за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг. в сравнении с различными по влагообеспеченности годами.

Таблица 1 — Результаты распределения месячных величин осадков по метеостанции г. Горки в 2016-2018 гг. в сравнении с различными по влагообеспеченности годами

Справочные (эталонные) годы по влагообесп.	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси	Годы проведения научно-лабораторных исследований					
		2016		2017		2018	
		Величины осадков, мм	% от года 10%-й, 25%-й, 50%-й, 75%-й и 90%-й обеспеч.	Величины осадков, мм	% от года 10%-й, 25%-й, 50%-й, 75%-й и 90%-й обеспеч.	Величины осадков, мм	% от года 10%-й, 25%-й, 50%-й, 75%-й и 90%-й обеспеч.
10 % -й обеспеч. по осадкам	Апрель (IV)	72,3	99,4	65,3	89,8	13,5	18,6
	Май (V)	107,6	113,1	39,5	41,5	35,3	37,1
	Июнь (VI)	63,5	63,1	47,5	47,2	84,8	84,2
	Июль (VII)	119,2	96,9	140,3	114,1	138,6	112,7
	Август (VIII)	32,6	38,9	122,7	146,2	24,2	28,8
	Сентябрь (IX)	34,6	41,2	39,7	47,3	49,1	58,5
	Сумма осадков за апрель-сентябрь (IV-IX)	429,8	76,8	455,0	81,4	345,5	61,8
25 % -й обеспеч. по осадкам	Апрель (IV)	72,3	114,2	65,3	103,2	13,5	21,3
	Май (V)	107,6	130,0	39,5	47,7	35,3	42,6
	Июнь (VI)	63,5	72,4	47,5	54,2	84,8	96,7
	Июль (VII)	119,2	111,3	140,3	131,0	138,6	129,4
	Август (VIII)	32,6	44,6	122,7	167,9	24,2	33,1
	Сентябрь (IX)	34,6	47,3	39,7	54,3	49,1	67,2
	Сумма осадков за апрель-сентябрь (IV-IX)	429,8	88,2	455,0	93,4	345,5	70,9
	Апрель (IV)	72,3	134,9	65,3	121,8	13,5	25,2
	Май (V)	107,6	153,7	39,5	56,4	35,3	50,4

Продолжение таблицы 1

50 % -й обеспеч. по осадкам	Июнь (VI)	63,5	85,6	47,5	64,0	84,8	114,3
	Июль (VII)	119,2	131,6	140,3	154,9	138,6	153,0
	Август (VIII)	32,6	52,8	122,7	198,5	24,2	39,2
	Сентябрь (IX)	34,6	56,0	39,7	64,2	49,1	79,4
	Сумма осадков за апрель-сентябрь (IV-IX)	429,8	104,3	455,0	110,4	345,5	83,9
75 % -й обеспеч. по осадкам	Апрель (IV)	72,3	161,7	65,3	146,1	13,5	30,2
	Май (V)	107,6	183,9	39,5	67,5	35,3	60,3
	Июнь (VI)	63,5	102,6	47,5	76,7	84,8	137,0
	Июль (VII)	119,2	157,4	140,3	185,3	138,6	183,1
	Август (VIII)	32,6	63,2	122,7	237,8	24,2	46,9
	Сентябрь (IX)	34,6	67,1	39,7	76,9	49,1	95,2
	Сумма осадков за апрель-сентябрь (IV-IX)	429,8	124,9	455,0	132,3	345,5	100,4
90 % -й обеспеч. по осадкам	Апрель (IV)	72,3	194,4	65,3	175,5	13,5	36,3
	Май (V)	107,6	221,4	39,5	81,3	35,3	72,6
	Июнь (VI)	63,5	123,5	47,5	92,2	84,8	164,7
	Июль (VII)	119,2	189,5	140,3	223,1	138,6	220,3
	Август (VIII)	32,6	76,0	122,7	286,0	24,2	56,4
	Сентябрь (IX)	34,6	80,7	39,7	92,5	49,1	114,5
	Сумма осадков за апрель-сентябрь (IV-IX)	429,8	150,3	455,0	159,1	345,5	120,8

Расчеты показали, что в 2016 г. наиболее низкое сходство отмечено с учетом его сравнения с годом 90 %-й обеспеченности – 150,3 %, наиболее высокое сходство зафиксировано с годом 50 %-й обеспеченности — 104,3 %. Наименьшее сходство 2017 г. отмечено с годом 90 %-й обеспеченности – 159,1 %. наиболее высокое сходство – с годом 25 %-й обеспеченности — 93,4 %. Наименее высокое сходство 2018 г. установлено с годом 10 %-й обеспеченности – 61,8 %, наиболее высокое – с годом 75 %-й обеспеченности — 100,4 %. С учетом проведенных вычислений установлено, что период наблюдений охватил различные годы по степени влагообеспеченности, а именно: 2016 год был оценен как оптимальный по обеспеченности влагой; 2017 год – средневлажный или близкий к избыточно увлажненному; 2018 год – среднесухой или близкий к засушливому.

Для метеостанции г. Горки суммарные величины среднесуточных температур воздуха в конкретные 2016-2018 гг. приняли следующие значения: 2709,3 ºС, 2432,8 ºС и 2811,0 ºС соответственно. В годы различной обеспеченности по среднесуточным температурам их суммы составили: в году 10%-й обеспеченности — 2656,0 ºС, 25 %-й обеспеченности — 2490,0 ºС, 50 %-й обеспеченности — 2371,0 ºС и 75 %-й обеспеченности — 2252,0 ºС, Результаты распределения осредненных месячных величин среднесуточных температур воздуха за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 гг. в сравнении с различными по теплообеспеченности годами представлены в таблице 2.

Наименее высокое сходство 2016 г. было отмечено с учетом его сравнения с годом 75 %-й обеспеченности – 118,4 %, наиболее высокое сходство – с годом 10 %-й обеспеченности — 100,0 %. При сравнительном анализе в 2017 г. зафиксировано наименьшее сходство с учетом его сравнения с годом 10 %-й обеспеченности – 89,9 %, наибольшее сходство отмечено при его сравнении с годом 50 %-й обеспеченности – 100,8 %. Наименьшее сходство 2018 г. установлено с годом 75 %-й обеспеченности – 122,4 %, наибольшее сходство – с годом 10%-й обеспеченности, численно равное 103,4 %. Выполненные расчеты позволили оценить период исследований по степени теплообеспеченности. Так, 2016 год был оценен как теплый по теплообеспеченности; 2017 год – оптимальный; 2018 год – теплый.

Таблица 2 — Результаты распределения осредненных месячных величин среднесуточных температур воздуха по метеостанции г. Горки в 2016-2018 гг. в сравнении с различными по теплообеспеченности годами

Справочные (эталонные) годы по теплообесп.	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сено-косно-пастбищной травосмеси	Годы проведения научно-лабораторных исследований					
		2016		2017		2018	
		Величины ср. темпер. °С	% от года 10%-й, 25%-й, 50%-й и 75%-й обеспеч.	Величины ср. темпер. °С	% от года 10%-й, 25%-й, 50%-й и 75%-й обеспеч.	Величины ср. темпер. °С	% от года 10%-й, 25%-й, 50%-й и 75%-й обеспеч
10 % -й обеспеч. по ср. темпер.	Апрель (IV)	8,1	184,1	5,2	118,2	8,2	186,4
	Май (V)	14,4	108,3	11,3	85,0	15,9	119,5
	Июнь (VI)	17,5	98,9	15,2	85,9	16,2	91,5
	Июль (VII)	19,2	90,6	16,8	79,2	18,9	89,2
	Август (VIII)	17,6	86,3	18,0	88,2	18,6	91,2
	Сентябрь (IX)	12,0	104,3	13,1	113,9	14,1	122,6
	Осредненные величины ср. темпер. за апрель-сентябрь (IV-IX)	14,8	100,0	13,3	89,9	15,3	103,4
25 % -й обеспеч. по ср. темпер.	Апрель (IV)	8,1	192,9	5,2	123,8	8,2	195,2
	Май (V)	14,4	115,2	11,3	90,4	15,9	127,2
	Июнь (VI)	17,5	105,4	15,2	91,6	16,2	97,6
	Июль (VII)	19,2	96,5	16,8	84,4	18,9	95,0
	Август (VIII)	17,6	92,1	18,0	94,2	18,6	97,4
	Сентябрь (IX)	12,0	111,1	13,1	121,3	14,1	130,6
	Осредненные величины ср. темпер. за апрель-сентябрь (IV-IX)	14,8	106,5	13,3	95,7	15,3	110,1
50 % -й обеспеч. по ср. темпер.	Апрель (IV)	8,1	172,3	5,2	110,6	8,2	174,5
	Май (V)	14,4	121,0	11,3	95,0	15,9	133,6
	Июнь (VI)	17,5	110,8	15,2	96,2	16,2	102,5
	Июль (VII)	19,2	105,5	16,8	92,3	18,9	103,8
	Август (VIII)	17,6	101,1	18,0	103,4	18,6	106,9
	Сентябрь (IX)	12,0	108,1	13,1	118,0	14,1	127,0
	Осредненные величины ср. темпер. за апрель-сентябрь (IV-IX)	14,8	112,1	13,3	100,8	15,3	115,9
75 % -й обеспеч. по ср. темпер.	Апрель (IV)	8,1	180,0	5,2	115,6	8,2	182,2
	Май (V)	14,4	127,4	11,3	100,0	15,9	140,7
	Июнь (VI)	17,5	116,7	15,2	101,3	16,2	108,0
	Июль (VII)	19,2	106,7	16,8	93,3	18,9	105,0
	Август (VIII)	17,6	101,7	18,0	104,0	18,6	107,5
	Сентябрь (IX)	12,0	133,3	13,1	145,6	14,1	156,7
	Осредненные величины ср. темпер. за апрель-сентябрь (IV-IX)	14,8	118,4	13,3	106,4	15,3	122,4

В данной работе в результате использования метода дескриптивных множеств была осуществлена оценка сходства внутривегетационного распределения метеорологических элементов в 2016-2018 гг. во взаимосвязи со среднеобеспеченными величинами. Как указывают авторы работ [4-6, 16, 2, 18], применение вышеуказанного метода позволяет выполнить оценку сходства внутривегетационного распределения метеоэлементов в конкретном году при сравнении с условиями,

соответствующими году 50 %-й обеспеченности.

Согласно материалам, приведенным в работе [5], внутривегетационное распределение осадков в конкретном году А в дескриптивной форме можно представить следующим выражением:

$$A = \begin{Bmatrix} x_1, x_2 \ldots, x_n \\ Q_A(x_1), Q_A(x_2), \ldots Q_A(x_n) \end{Bmatrix} \quad (1)$$

С учетом того, что

$$\sum_{j=1}^{n} Q_A(x_j) = 1 \quad (\textit{или } 100\%)$$

Распределение осадков в конкретном году В, принимаемом за эталон для сравнения, представится в виде:

$$B = \begin{Bmatrix} x_1, x_2 \ldots, x_n \\ Q_B(x_1), Q_B(x_2), \ldots Q_B(x_n) \end{Bmatrix} \quad (2)$$

В силу вышеизложенного дескриптивное множество С будет равным:

$$M_C(x_j) = \min\left[Q_A(x_j), Q_B(x_j)\right] \quad (3)$$

С учетом того, что [5]

$$Q_A(x_j) = Q_B(x_j) \text{ для всех } x_j \quad (4)$$

Таким образом, суммарную меру сходства множеств А и В можно представить следующим выражением:

$$K = \min\left[Q_A(x_j), Q_B(x_j)\right] + \ldots + \min\left[Q_A(x_n), Q_B(x_n)\right] \quad (5)$$

А мера сходства отдельных элементов будет найдена, исходя из следующего соотношения [5]:

$$K_j = \frac{2\min\left[Q_A(x_j), Q_B(x_j)\right]}{Q_A(x_j) + Q_B(x_j)}. \quad (6)$$

Пояснения к формулам 1-6:

x_j – хронологически упорядоченное перечисление интервалов времени (месяц, декада);

$Q_A(x_j)$ – количество атмосферных осадков, соответствующее рассматриваемому интервалу времени в конкретном году А, выраженное в относительных единицах от суммы за соответствующий период (или в процентах);

$Q_B(x_j)$ – количество атмосферных осадков, соответствующее рассматриваемому интервалу времени в конкретном году В, принимаемом за эталон для сравнения, выраженное в относительных единицах от суммы за соответствующий период (или в процентах).

На основании обзора ряда литературных источников был сформулирован вывод о том, что суммарная мера сходства двух распределений может иметь полное сходство (100-95 %); хорошее сходство (от 95 до 75 %); посредственное (75-50 %) и слабое сходство (менее 50 %). По мнению исследователей [5, 13, 17, 7, 14, 1] вышеуказанная методика позволит дать наиболее достоверную оценку критериям влажности и температурным показателям при орошении земель дождеванием.

В таблицах 3, 5, 7 приведены результаты распределения осадков, в таблицах 4, 6, 8 – среднесуточных температур воздуха (в % от суммы) в 2016-2018 гг. и в усредненный за многолетие по показателям год соответственно.

Таблица 3 — Результаты распределения величин осадков по метеостанции г. Горки (в % от суммы)

Годы	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси					
	Апрель (IV)	Май (V)	Июнь (VI)	Июль (VII)	Август (VIII)	Сентябрь (IX)
2016	16,82	25,03	14,77	27,73	7,58	8,05
50%-й обеспеч.	13,00	17,00	18,00	22,00	15,00	15,00

С учетом месячных величин суммарная мера сходства осадков составила 82,4 %, с учетом декадных – 79,9 %. Результаты расчета позволили установить, что с учетом как месячных, так и декадных величин осадков имеет место хорошее сходство, при этом отмечено достаточно равномерное их распределение относительно сравниваемых лет [5, 16, 2, 4, 18].

Таблица 4 — Результаты распределения величин среднесуточных температур воздуха по метеостанции г. Горки (в % от суммы)

Годы	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси					
	Апрель (IV)	Май (V)	Июнь (VI)	Июль (VII)	Август (VIII)	Сентябрь (IX)
2016	8,92	16,43	19,35	21,92	20,13	13,25
50%-й обеспеч.	6,00	15,00	20,00	23,00	22,00	14,00

С учетом месячных величин суммарная мера сходства среднесуточных температур составила 95,7 %, с учетом декадных – 92,5 %. Зафиксировано полное, а также хорошее сходство среднесуточных температур воздуха с учетом месячных и декадных величин, при этом отмечено достаточно равномерное их распределение относительно сравниваемых лет.

Таблица 5 — Результаты распределения величин осадков по метеостанции г. Горки (в % от суммы)

Годы	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси					
	Апрель (IV)	Май (V)	Июнь (VI)	Июль (VII)	Август (VIII)	Сентябрь (IX)
2017	14,35	8,68	10,44	31,83	26,97	8,73
50%-й обеспеч.	13,00	17,00	18,00	22,00	15,00	15,00

С учетом месячных и декадных величин суммарная мера сходства осадков составила соответственно 77,9 и 62,9 %. На основании чего зафиксировано хорошее, а также посредственное сходство осадков с учетом месячных и декадных величин, при этом отмечено неравномерное их распределение относительно сравниваемых лет внутри их вегетационных периодов.

Таблица 6 — Результаты распределения величин среднесуточных температур воздуха по метеостанции г. Горки (в % от суммы)

Годы	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси					
	Апрель (IV)	Май (V)	Июнь (VI)	Июль (VII)	Август (VIII)	Сентябрь (IX)
2017	6,47	14,37	18,70	21,42	22,90	16,14
50%-й обеспеч.	6,00	15,00	20,00	23,00	22,00	14,00

С учетом месячных и декадных величин суммарная мера сходства среднесуточных температур составила соответственно 96,5 и 91,2 %. Было установлено, что имеет место как полное, так и хорошее сходство среднесуточных температур соответственно при учете месячных и декадных величин, при этом отмечено достаточно равномерное их распределение относительно сравниваемых лет внутри их вегетационных периодов.

Таблица 7 – Результаты распределения величин осадков по метеостанции г. Горки (в % от суммы)

Годы	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси					
	Апрель (IV)	Май (V)	Июнь (VI)	Июль (VII)	Август (VIII)	Сентябрь (IX)
2018	3,90	10,23	24,55	40,11	7,01	14,21
50%-й обеспеч.	13,00	17,00	18,00	22,00	15,00	15,00

С учетом месячных и декадных величин суммарная мера сходства осадков составила соответственно 75,4 и 59,4 %. Отмечено хорошее, а также посредственное сходство осадков с учетом месячных и декадных величин, при этом зафиксировано неравномерное их распределение относительно сравниваемых лет внутри их вегетационных периодов.

Таблица 8 — Результаты распределения величин среднесуточных температур воздуха по метеостанции г. Горки (в % от суммы)

Годы	Месяцы вегетационного периода в условиях орошения дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси					
	Апрель (IV)	Май (V)	Июнь (VI)	Июль (VII)	Август (VIII)	Сентябрь (IX)
2018	8,78	17,54	17,31	20,88	20,47	15,01
50%-й обеспеч.	6,00	15,00	20,00	23,00	22,00	14,00

С учетом месячных и декадных величин суммарная мера сходства среднесуточных температур составила соответственно 93,7 и 91,6 %. Отмечено хорошее сходство как при учете месячных, так и декадных величин среднесуточных температур, при этом наблюдается равномерное их распределение относительно сравниваемых лет внутри их вегетационных периодов [5, 16, 2, 4, 18].

Заключение

На основании обзора литературных источников [9, 12, 10, 11] было установлено, что территорию Республики Беларусь, особенно ее юг, наиболее правильным будет отнести к зоне неустойчивого увлажнения. Установлено что, на урожайность многолетних трав, в том числе сенокосно-пастбищной травосмеси, наиболее негативное воздействие оказывает дефицит почвенной влаги, из-за которого в силу недостатка атмосферных осадков и часто возникающих засушливых периодов урожайность может снижаться в 1,5-2 раза [9, 12, 10, 8].

На основании математической обработки метеорологических величин выполнена оценка теплого периода (апрель-сентябрь) 2016-2018 гг. по теплообеспеченности и увлажненности, которая позволила установить, что 2016 г. является оптимальным по влагообеспеченности и теплым; 2017 г. – средневлажным и оптимальным по теплообеспеченности; 2018 г.– близким к засушливому и теплым. По методу дескриптивных множеств с целью установления вариации распределения метеорологических элементов была получена суммарная мера сходства осадков с годом 50 %-й обеспеченности, которая при учете месячных величин составила 82,4; 77,9 и 75,4 %, а при учете декадных величин – 79,9; 62,9 и 59,4 %, соответственно, за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 годах. При этом было зафиксировано достаточно равномерное распределение осадков относительно сравниваемого 2016 и среднего (50%-й обеспеченности) года, а также отмечено неравномерное распределение осадков в 2017 и 2018 гг. при их сравнении со среднеобеспеченным годом. Суммарная мера сходства среднесуточных температур при сравнении с годом 50%-й обеспеченности с учетом месячных величин составила 95,7; 96,5 и 93,7 %, с учетом декадных – 92,5; 91,2 и 91,6 %, соответственно, за теплый период (апрель-сентябрь) в 2016-2018 годах. При этом было отмечено достаточно равномерное распределение среднесуточных температур во все наблюдаемые годы исследований при их сравнении с годом 50%-й обеспеченности внутри их вегетационных периодов [5, 16, 2, 4, 18].

Список литературы

1. Брыль, С.В. Информационная технология планирования поливов сельскохозяйственных культур [Текст]: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 06.01.02 / С.В. Брыль. - М., 2009. - 26 с.

2. Брыль, С.В. Оценка природной тепловлагообеспеченности агроландшафтов Московской области [Текст] / С.В. Брыль // Экология и строительство. Агрономия. - 2015. - № 3. - С. 26 - 30.

3. Вихров, В.И. Изыскание и строительная климатология: практикум [Текст] / В.И. Вихров. - Горки: Белорус. гос. с.-х. акад, 2015. – 192 с.

4. Голченко, М.Г. Оценка тепловлагообеспеченности северо-восточной зоны Республики Беларусь при орошении сенокосно-пастбищной травосмеси [Текст] / М.Г. Голченко, Д.В. Яланский // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. - 2018. - № 2 (70). - С. 145 — 150.

5. Голченко, М.Г. Методика оценки сходства внутривегетационного распределения атмосферных осадков при изучении водного режима почв [Текст] / М.Г. Голченко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. Мелиорация и землеустройство. -2016. - № 1. - С. 87 - 89.

6. Голченко, М.Г. Совершенствование научно-практических основ оросительных мелиораций на минеральных почвах Республики Беларусь [Текст] / М.Г. Голченко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. Мелиорация и землеустройство. 2015. - № 2. - С. 123 – 129.

7. Голченко, М.Г. Некоторые результаты исследований пространственно-временной изменчивости характеристик естественных осадков [Текст] / М.Г. Голченко // Мелиорация и гидротехника: сб. науч. тр. Белорусская с.-х. акад. -Горки, 1979. - С. 13 – 19.

8. Голченко, М.Г. Способы и устройства для совершенствования оперативного управления эксплуатационными режимами орошения дождеванием [Текст] / М.Г. Голченко, Д.А. Емельяненко, Д.В. Яланский // Мелиорация. Мелиорация и гидротехника. – 2016. − №1 (75). – С. 21 – 25.

9. Орошаемое плодоовощеводство [Текст]: учеб. пособие / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко. - Мн.: ИВЦ Минфина, 2017. – 287 с.

10. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне (на примере Беларуси, Центрального и Волго-Вятского регионов Российской Федерации) [Текст] / А.П. Лихацевич, Е.А. Стельмах. - Мн.: Белпринт, 2002.- 212 с.

11. Мелиорация земель Беларуси [Текст] / А.П. Лихацевич, А.С. Мееровский, Н.К. Вахонин. - Мн., 2001. - 308 с.

12. Климат Беларуси [Текст] / В.Ф. Логинов. - Мн.: Инс-т геолог. наук АН Беларуси, 1996. - 234 с.

13. Внутрипочвенный влагообмен, водопотребление и водообеспеченность многолетних культурных травостоев [Текст]: монография / Н.А Муромцев [и др.]. - Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 300 с.

14. Ольгаренко, Г.В. Дождевальная техника нового поколения [Текст] / Г.В. Ольгаренко, В.И. Городничев // Мелиорация и водное хозяйство. - 2006. - № 2. - С. 34 – 36.

15. Ольгаренко, Г.В. Обеспечение равномерности распределения слоя осадков дождевальными машинами [Текст] / Г.В. Ольгаренко, Б.С. Гордон // Мелиорация и водное хозяйство. Орошение. - 2019. – № 2. - С. 25 – 29.

16. Поддубский, А.А. Оценка природной влагообеспеченности Московской области [Текст] / А.А. Поддубский // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. Сер. Агрономия и животноводство. Почвоведение и агрохимия. -2015. – № 2. - С. 45 - 50.

17. Шумаков, Б.Б. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник [Текст] / Б.Б. Шумаков. – М.: Агропромиздат, 1990. - 415 с.

18. Яланский, Д.В. Взаимосвязи метеорологических элементов и их учет при проведении оросительных мелиораций [Текст] / Д.В. Яланский // Молодежь и инновации – 2017. Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Белорус. гос. с.-х. акад., Горки, 1 – 3 июн. 2017. – С. 298 – 301.

SUBSTANTIATION OF WEATHER CONDITIONS AND ASSESSMENT OF SIMILARITY OF INTRAEGETATIONAL PERIODS DURING SPRINKLING OF HAY-GRAZING HERBAL MIXTURE

Dybenok Nikolay N., doctor of agricultural sciences, professor, ndubenok@mail.ru
Yalansky Dmitry V., postgraduate, dimka-045@mail.ru
Russian State Agrarian University – MSA named after K.A. Timiryazev
MazhayskyYuri A., doctor of agricultural sciences, professor, director@mntc.pro
Chernikova Olga V., candidate of biological sciences, chernikova_olga@inbox.ru
Academy of law management of the federal penal service of Russia

In this work, the heat supply and moisturization of the territory of the north-eastern zone of the Republic of Belarus was assessed during sprinkling of hay-grazing trauma during the warm period (April-September) 2016... 2018, as well as the establishment of a relationship between the intravenous distribution of meteorological conditions by comparing specific years with years of different availability. As methods of research to assess heat availability and humidification of growing periods during sprinkling of hay-grazing trauma in 2016... 2018, mathematical processing of meteorological values was used in this work, as well as to establish variation of distribution of meteorological elements when comparing data of a particular year with average summer conditions, the method of descriptive sets was used. Based on the mathematical processing of meteorological values, it has been established that 2016 is optimal in moisture availability and warm; 2017 – srednevlazhny and optimum on heatsecurity; 2018 – close to droughty and warm on temperature. According to the method of descriptor sets when comparing with the average summer values, the total measure of similarity of precipitation taking into account monthly values was 82,4; 77,9 and 75,4 %, and taking into account decade – 79,9; 62,9 and 59,4% respectively for the warm period (April-September) in 2016... 2018. When comparing with the average monthly values, the total measure of similarity of the average daily air temperatures for the warm period (April-September) 2016... 2018, taking into account monthly values, was 95,7; 96,5 and 93,7 %, taking into account decade – 92,5; 91,2 and 91,6 %, respectively.

Key words: *sprinkling irrigation, heatmoisture securitymeteo, conditions, weather similarity measure, warm growing period.*

Literatura

1. Bryl', S.V. Informatsionnaya tekhnologiya planirovaniya polivov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Tekst]: avtoref. dis. ...kand. tekhn. nauk: 06.01.02 / S.V. Bryl'. – M., 2009. – 26 s.

2. Bryl', S.V. Otsenka prirodnoy teplovlagoobespechennosti agrolandshaftov Moskovskoy oblasti [Tekst] / S.V. Bryl' // Ekologiya i stroitel'stvo. Agronomiya. – 2015. – № 3. – S. 26 – 30.

3. Vikhrov, V.I. Izyskaniye i stroitel'naya klimatologiya: praktikum [Tekst] / V.I. Vikhrov. – Gorki: Belorus. gos. s.-kh. akad, 2015. – 192 s.

4. Golchenko, M.G. Otsenka teplovlagoobespechennosti severo-vostochnoy zony Respubliki Belarus' pri oroshenii senokosno-pastbishchnoy travosmesi [Tekst] / M.G. Golchenko, D.V. Yalanskiy // Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya. – 2018. – № 2 (70). – S. 145 — 150.

5. Golchenko, M.G. Metodika otsenki skhodstva vnutrivegetatsionnogo raspredeleniya atmosfernykh osadkov pri izuchenii vodnogo rezhima pochv [Tekst] / M.G. Golchenko // Vestn. Belorus. gos. s.-kh. akad. Melioratsiya i zemleustroystvo. – 2016. – № 1. – S. 87 – 89.

6. Golchenko, M.G. Sovershenstvovaniye nauchno-prakticheskikh osnov orositel'nykh melioratsiy na mineral'nykh pochvakh Respubliki Belarus' [Tekst] / M.G. Golchenko // Vestn. Belorus. gos. s.-kh. akad. Melioratsiya i zemleustroystvo. – 2015. – № 2. – S. 123 – 129.

7. Golchenko, M.G. Nekotoryye rezul'taty issledovaniy prostranstvenno-vremennoy izmenchivosti kharakteristik yestestvennykh osadkov [Tekst] / M.G. Golchenko // Melioratsiya i gidrotekhnika: sb. nauch. tr. / Belorusskaya s.-kh. akad. – Gorki, 1979. – S. 13 – 19.

8. Golchenko, M.G. Sposoby i ustroystva dlya sovershenstvovaniya operativnogo upravleniya ekspluatatsionnymi rezhimami orosheniya dozhdevaniyem [Tekst] / M.G. Golchenko, D.A. Yemel'yanenko, D.V. Yalanskiy // Melioratsiya. Melioratsiya i gidrotekhnika. – 2016. − №1 (75). – S. 21 – 25.

9. Oroshayemoye plodoovoshchevodstvo [Tekst]: ucheb. posobiye / A.P. Likhatsevich, M.G. Golchenko. – Mn.: IVTS Minfina, 2017. – 287 s.

10. Otsenka faktorov, formiruyushchikh neustoychivuyu vlagoobespechennost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v gumidnoy zone (na primere Belarusi, Tsentral'nogo i Volgo-Vyatskogo regionov Rossiyskoy Federatsii) [Tekst] / A.P. Likhatsevich, Ye.A. Stel'makh. – Mn.: Belprint, 2002.– 212 s.

11. Melioratsiya zemel' Belarusi [Tekst] / A.P. Likhatsevich, A.S. Meyerovskiy, N.K. Vakhonin. – Mn., 2001. – 308 s.

12. Klimat Belarusi [Tekst] / V.F. Loginov. – Mn.: Ins-t geolog. nauk AN Belarusi, 1996. – 234 s.

13. Vnutripochvennyy vlagoobmen, vodopotrebleniye i vodoobespechennost' mnogoletnikh kul'turnykh travostoyev [Tekst]: monografiya / N.A Muromtsev [i dr.]. – Ryazan': FGBOU VPO RGATU, 2013. – 300 s.

14. Ol'garenko, G.V. Dozhdeval'naya tekhnika novogo pokoleniya [Tekst] / G.V. Ol'garenko, V.I. Gorodnichev // Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo. – 2006. – № 2. – S. 34 – 36.

15. Ol'garenko, G.V. Obespecheniye ravnomernosti raspredeleniya sloya osadkov dozhdeval'nymi mashinami [Tekst] / G.V. Ol'garenko, B.S. Gordon // Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo. Orosheniye. – 2019. – № 2. – S. 25 – 29.

16. Poddubskiy, A.A. Otsenka prirodnoy vlagoobespechennosti Moskovskoy oblasti [Tekst] / A.A. Poddubskiy // Vestn. Ros. un-ta druzhby narodov. Ser. Agronomiya i zhivotnovodstvo. Pochvovedeniye i agrokhimiya. – 2015. – № 2. – S. 45 – 50.

17. Shumakov, B.B. Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo. Orosheniye: spravochnik [Tekst] / B.B. Shumakov. – M.: Agropromizdat, 1990. – 415 s.

18. Yalanskiy, D.V. Vzaimosvyazi meteorologicheskikh elementov i ikh uchet pri provedenii orositel'nykh melioratsiy [Tekst] / D.V. Yalanskiy // Molodezh' i innovatsii – 2017. Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Belorus. gos. s.-kh. akad., Gorki, 1 – 3 iyun. 2017. – S. 298 – 301.

УДК 633.1:631.531.011

DOI 10.36508/RSATU.2020.59.41.004

МОДИФИКАЦИЯ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТИ ИНТАКТНЫХ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ИНДУЦИРОВАННАЯ СТРЕССИРОВАННЫМИ

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

ДУДИН Николай Николаевич, *аспирант, Nikolai-dudin@mail.ru*

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

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Цель исследований – изучение способности семян, находящихся в состоянии стресса, индуцированного механическими ударными воздействиями и облучением, дистанционно порождать внутри- и межвидовые биологические эффекты у интактных семян. Исследована ответная реакция интактных семян яровой пшеницы сорта Дарья и ячменя сорта Владимир, отвечающих требованиям посевного стандарта, на дистанционное воздействие стрессированных семян яровой пшеницы, у которых стресс индуцирован механическими ударными воздействиями и облучением. Основные результаты научного исследования: на основании опытов получены данные, свидетельствующие о модификации начальных ростовых процессов, посевных качеств и продуктивных свойств интактных семян под влиянием стрессированных. Экспериментально установлена способность стрессированных семян яровой пшеницы дистанционно влиять на интенсивность начальных ростовых процессов, посевные качества семян и продуктивность растений, сформированных из интактных семян. Отмечается сходство в ответной реакции семян яровой пшеницы (Triticuma estivum var. lutescens) и ячменя (Hordéum vulgáre) на воздействие стрессированных. Вместе с тем, ячмень характеризуется более высокой резистентностью к стресс-фактору, чем яровая пшеница. Предполагается, что стрессированные семена на повреждающие воздействия (травмирование и облучение) отвечают типичной стрессовой реакцией – эмиссией этилена, который, выделяясь как газ, оказывает дистанционное фитогормональное влияние на всю совокупность семян, объединенных общей воздушной средой. Полученные данные могут быть использованы для оценки посевных качеств, разработки методов и способов послеуборочного хранения, блокирование развития стрессовых реакций у поврежденных семян.

Ключевые слова: *стресс, семена, дистанционное воздействие, посевные качества и продуктивные свойства семян.*

Введение

Исследование механизмов дистанционной внутри- и межвидовой коммуникации биообъектов продолжает быть актуальной проблемой биологии и экологии. Это обусловлено тем, что выявление связей и характера воздействия одних организмов на другие имеет важное прикладное значение, позволяя прогнозировать и управлять развитием процессов, происходящих в агрофитоценозах. Взаимное влияние растений в результате выделения ими в окружающую среду разнообразных физиологических активных веществ, оказывающих воздействие на другие произрастающие рядом растения того же или другого вида, доста-

© Левин В. И., Дудин Н. Н.. Антипкина Л. .А., 2020 г.

точно широко распространённое и всесторонне изученное явление [1, 2, 10, 11]. В последние годы в радиобиологии появилась серия публикаций об «эффекте свидетеля», подтверждающих способность передачи информации на клеточном уровне от облученных объектов необлученным [13, 14].

В это же время на более высоком уровне биологической организации – семенах растений (целостных организмов) был обнаружен эффект, сходный с «эффектом свидетеля», т.е. облученные семена хлебных злаков, находясь в состоянии вынужденного покоя, обладают свойством внутри- и межвидовой передачи (трансляции) радиационной стимуляции или ингибирования необлученным семенам [6, 8, 9].

Последующие исследования были дополнены малоизвестными сведениями о каскадных эффектах дистанционного воздействия облученных семян на необлученные в системе «облученные-необлученные-необлученные» семена, где была показана модифицирующая роль доз облучения, продолжительности экспонирования облученных с необлученными, морфологических особенностей семян и параметров окружающей среды в проявлении индуцируемых биологических эффектов у необлученных [7].

Общая закономерность воздействия стресс-факторов на растительный организм, как известно, заключается в формировании неспецифических адаптивных реакций [12].

Это дает основание предположить, что во многом биологические эффекты, индуцируемые в семенах ионизирующими излучениями, будут сходными с воздействием на них стрессоров иной природы. В естественных условиях растительные организмы и формирующиеся семена на всех этапах онтогенеза подвергаются многократно более частым воздействиям стресс-факторов в виде механических ударов и травм, резких колебаний температур, болезней в отличие от ионизирующих излучений, превышающих фоновые значения. Целью данной работы являлось исследование способности семян, находящихся в состоянии стресса, индуцированного механическими ударными воздействиями и облучением, дистанционно модифицировать посевные и продуктивные свойства интактных семян.

Схема и методика проведения исследований

Исследования выполнены на семенах сельскохозяйственных растений, отвечающих требованиям ГОСТ Р 52325-2005 [16], а также на растениях, выращенных из этих семян. В опыте были использованы семена яровой пшенице сорта Дарья и ячменя сорта Владимир.

Состояние стресса у семян индуцировали с помощью гамма-излучения и механических ударных воздействий (травм).

Для этого всю совокупность кондиционных семян яровой пшеницы сорта Дарья, используемую в эксперименте, делили на 2 части и подвергали воздействию стресс-факторов:

первую – облучению ^{60}Co в дозе 400 Гр (ингибирующая) при мощности дозы 27 Гр /мин.,

вторую – макротравмированию (импакции) с нарушением целостности семенных оболочек, эндосперма и зародыша.

Контролем являлись интактные (не подвергавшиеся экстремальным воздействиям) семена яровой пшеницы и ячменя, хранившиеся отдельно от стрессированных.

Дистанционное воздействие стрессированных (травмированных и облученных) семян яровой пшеницы на интактные осуществляли через общую воздушную среду на расстоянии от 1 до 50 см друг от друга. Соотношение по массе стрессированных и интактных семян составляло соответственно от 1:1 до 1:2-3, по абсолютной величине 500-1000 г. Контрольные и опытные образцы размещали в незамкнутых контейнерах из металла или дерева и хранили в лабораторных условиях при температуре от +18 °С до + 22 °С и относительной влажности воздуха 60-75 %. Продолжительность экспонирования стрессированных семян с интактными составляла от 30 суток до 24 месяцев.

В лабораторных опытах модифицирующее воздействие стрессированных семян на интактные определяли по критерию: энергии прорастания, лабораторной всхожести [15], морфометрическим параметрам 3-х и 7-суточных проростков (длина колеоптиле, длина ростка, длина наибольшего первичного корешка, число корешков), массы проростков, а также проводили фотовизуальную оценку прорастающих семян.

Мелкоделяночные полевые опыты являлись продолжением лабораторных исследований, в которых проводилась оценка продукционных свойств интактных семян, хранившихся со стрессированными.

Опыт проводили в соответствии с методикой полевого опыта [3]. Почва опытного участка серая лесная, по гранулометрическому составу средний суглинок. Мощность пахотного слоя 24-26 см, содержание гумуса 3,15 %, подвижного фосфора и обменного калия, соответственно, 110 и 144 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки 5,5.

Нормы посева семян для яровой пшеницы и ячменя составляли, соответственно, 550 и 500 шт./м² всхожих семян, с глубиной заделки 4-5 см. Схема опыта включала следующие варианты (табл. 1).

Посевная площадь делянок составляла 10 м², повторность опыта четырехкратная. Размещение вариантов рандомизированное. В ходе вегетации растений отмечали наступление фаз роста и развития, определяли полевую всхожесть, динамику накопления фитомассы, линейный рост растений, индекс листовой поверхности [4]. После уборки урожая очищенное зерно приводили к стандартной 14%-й влажности.

Таблица 1 – Дистанционное воздействие стрессированных семян на начальные ростовые процессы проростков интактных семян (средняя по двум партиям)

Варианты опыта	Продолжительность воздействия, мес.	Росток Зародышевый корешок		Зародышевый корешок		
		Длина, мм	Масса, г	Длина, мм	Масса, г	Число, шт.
Яровая пшеница						
К – отдельное хранение семян	1	34,1±0,7	4,71±0,15	49,6±2,0	3,64±0,12	4,0±0,02
Интактные совместно с γ-облученными		39,4 ±0,5*	5,61±0,13*	54,1±1,6	3,84±0,09	4,1±0,04
Интактные совместно с травмированными		35,8±0,6	4,96±0,17	52,3±1,5	3,70±0,11	4,0±0,02
К – отдельное хранение семян	6	31,3±0,7	3,95±0,13	55,4±1,7	3,79±0,14	4,2±0,05
Интактные совместно с γ-облученными		21,3±0,5*	2,33±0,16*	43,1±2,0*	2,75±0,08*	3,6±0,02*
Интактные совместно с трав- мированными		27,2±0,6*	3,13±0,12*	47,0±1,5*	3,01±0,11*	4,0±0,03*
К – отдельное хранение семян	9	33,0±0,8	4,43±0,17	50,2±1,9	3,58 ±0,08	4,1±0,02
Интактные совместно с γ-облученными		18,5±0,6*	1,87±0,09*	21,0±1,1*	1,21±0,04*	3,4±0,01*
Интактные совместно с травмированными		21,3±0,7*	2,01±0,10*	26,3±1,5*	1,54±0,03*	3,9±0,03*
Ячмень						
К – отдельное хранение семян	1	24,3±1,3	4,76±0,18	55,7±2, 4	3,53±0,7	5,2±0,0 3
Интактные совместно с γ-облученными		26,5±0,8	5,68±0,15	61,4±2,3	3,74±0, 6	5,3 ±0,04
Интактные совместно с травмированными		25,2±1, 2	5,39±0,17	60,6±1, 5	3,58±0,4	5,3±0,02
К – отдельное хранение семян	6	25,3±1,2	5,74±0,13	56,0±3,0	3,44±0,04	5,4±0,05
Интактные совместно с γ-облученными		21,7±0,9	4,93±0,17	52,3±2,1	3,02±0,06	5,3±0,03
Интактные совместно с травмированными		22,9 ±0,5	5,26±0,15	60.1±2,3	3,05±0,05	5,3±0,04
К – отдельное хранение семян	9	23,7±1,2	4,96±0,08	70,5±1,6	3,31±0,08	5,3±0,04
Интактные совместно с γ-облученными		17,7±1,3	4,62±0,09	58,8±2,0	2,80 ±0,11	5,1 ±0,06
Интактные совместно с травмированными		20,1±1,5	4,75±0,13	63,7±1,9	3,05±0,07	5,3±0,05

Примечание: * – достоверно при $P_{0,05}$; масса ростков и корешков приводится по 100 проросткам

Оценка результатов исследований

Представленные материалы репрезентативно отражают результаты ранее проведенных многолетних и многочисленных лабораторных исследований, выполненных с семенами различных сортов и годов урожая. Ответная реакция семян яровой пшеницы и ячменя на дистанционное воздействие стрессированных семян яровой пшеницы (травмированных и облученных) во многом сходна по характеру проявления ростовых процессов, с разницей только в количественных показателях. Так, прорастание интактных семян

яровой пшеницы, которые 35-45 суток совместно хранились со стрессированными, сопровождалось наклевом (разрывом семенной оболочки зародышевым корешком) более чем у 50 % экспонированных семян уже на первые сутки (рис. 1). У ячменя видимых различий между экспонированными и интактными семенами на первые сутки прорастания не обнаружено. В последующие 2-3-и сутки скорость прорастания семян (количество нормально проросших семян за единицу времени) у яровой пшеницы, подвергавшейся воздействию стрессированных, была на 20-35 % больше контроля (рис. 2). На 4-е и последующие сутки проращивания происходило последовательное снижение скорости прорастания экспонированных семян, и различия между ними и контролем нивелировались к 7-м суткам. Скорость прорастания экспонированных семян ячменя существенно опережала интактные на 15-20 % только к 3-м суткам, в последующий период проращивания различия между ними отсутствовали. Увеличение продолжительности совместного хранения интактных и стрессированных семян до 24 месяцев привело к резкому падению скорости прорастания первых, наиболее выражено это у яровой пшеницы. На 7-е сутки прорастания, т.е. по завершении проращивания, лабораторная всхожесть семян составила при экспонировании травмированными и облученными, соответственно, у яровой пшеницы – 50 % и 42 %, ячменя – 64 % и 49 %, т.е. интактные семена после двух лет хранения со стрессированными утратили посевную годность.

Значимое угнетение проростков интактных семян ячменя происходило только после 9 месяцев хранения с облученными (табл. 1). Полученные результаты указывают на более высокую стресстолерантность семян ячменя по сравнению с яровой пшеницей. Следует отметить наиболее существенные изменения линейных параметров проростков по сравнению с их массой, что свидетельствует о более выраженной чувствительности ростовых процессов на воздействие стресс-фактора, по сравнению с синтетическими. Однако ответная реакция проростков интактных семян, экспонированных стрессированными, на изменение числа зародышевых корешков была более консервативна, т.е. значительно устойчивей, чем линейных параметров. Это предположительно объясняется генетическим детерминированием данного показателя, тогда как изменение интенсивности начальных ростовых процессов тесно коррелирует с активностью фитогормонов, ответственных за растяжение и деление клеток [5].

Активность ростовых процессов, протекающих в семенах на этапе прорастания – важный критерий, отражающий интенсивность ферментативных и гормональных процессов, связанных с расщеплением и транспортировкой запасных питательных веществ и их использованием клетками меристемы на формирование проростка. Исследования показали, что стрессированные семена ингибируют активность начальных ростовых процессов у интактных по мере увеличения продолжительности совместного хранения. Между тем, непродолжительное хранение до 1 месяца интактных семян яровой пшеницы со стрессированными вызывало стимулирующий эффект, который сопровождался у трехсуточных проростков усилением роста проростков и зародышевых корешков (табл. 1, рис. 3). У проростков ячменя отмечалась слабо выраженная тенденция в сторону увеличения данных показателей по отношению к контролю. Хранение семян яровой пшеницы со стрессированными в течение 6-9 месяцев привело к существенному подавлению всех показателей проростков семян, наиболее сильному от экспонирования облученными, что убедительно иллюстрируется фотографией 10-суточных проростков (рис. 4).

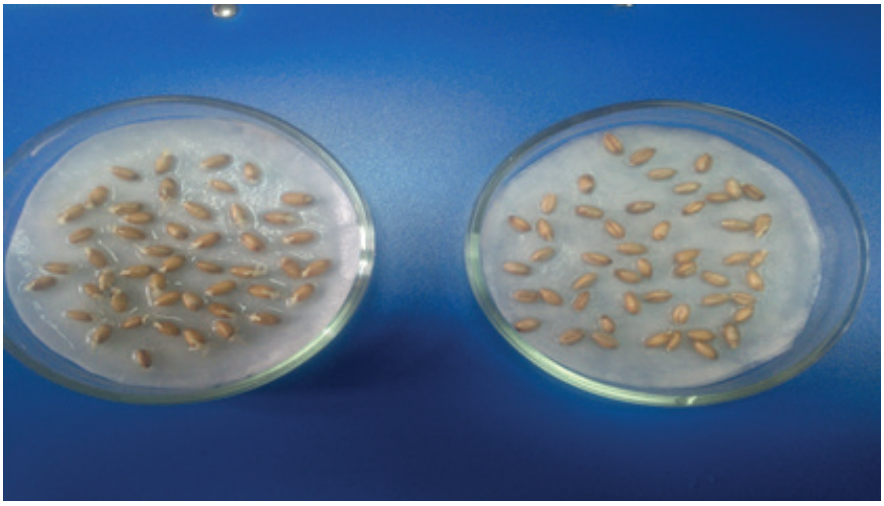


Рис.1 – Суточные проростки семян яровой пшеницы сорта Дарья. Слева – интактные семена, подвергшиеся месячной экспозиции облученными, справа – контроль – отдельное хранение семян от стрессированных.

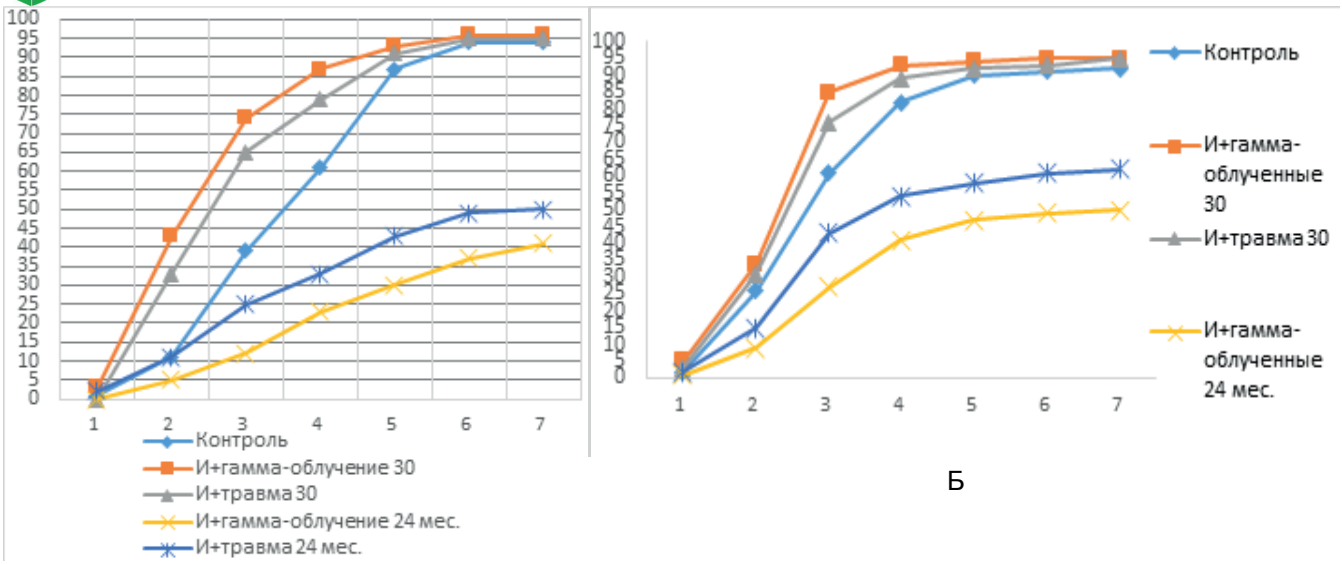


Рис 2 – Динамика прорастания интактных семян яровой пшеницы (А) и ячменя (Б), подвергнутых дистанционному воздействию стрессированными, в зависимости от продолжительности экспонирования (сут.) (по оси абсцисс – время, сут.; по оси ординат – число проростков, %)

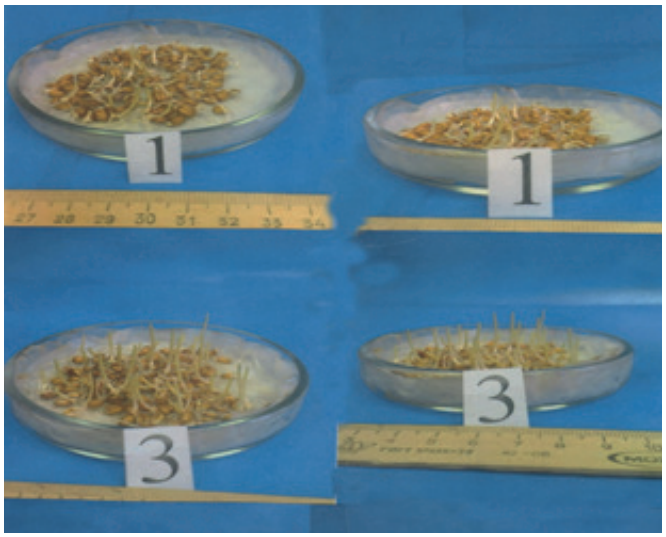
Таблица 2 – Дистанционное влияние стрессированных семян на посевные качества интактных

Варианты опыта	Продолжительность хранения, мес.	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Яровая пшеница			
К – отдельное хранение семян	1	69,8±2,4	91,7±3,0
Интактные совместно с γ-облученными		85,6±1,8*	92,4±2,7
Интактные совместно с травмированными		81,7±2,9*	92,8±2,8
К – отдельное хранение семян	6	70,0±2,9	92,2±2,8
Интактные совместно с γ-облученными		55,7±2,4*	71,9±2,0*
Интактные совместно с травмированными		60,9±1,7*	74,6±1,9*
К – отдельное хранение семян	9	73,5±2,5	91,7±1,7
Интактные совместно с γ-облученными		43,7±2,2*	68,4±2,3*
Интактные совместно с травмированными		54,3±3,0*	70,9±1,9*
Ячмень			
К – отдельное хранение семян	1	72,5±2,6	93,5±3,2
Интактные совместно с γ-облученными		85,8±1,4	94,2±2,0
Интактные совместно с травмированными		76,1±2,1	93,0±2,2
К – отдельное хранение семян	6	75,4±2,1	92,7±2,6
Интактные совместно с γ-облученными		72,4±1,7	90,3±2,7
Интактные совместно с травмированными		78,0±3,1	92,6±1,9

Продолжение таблицы 2

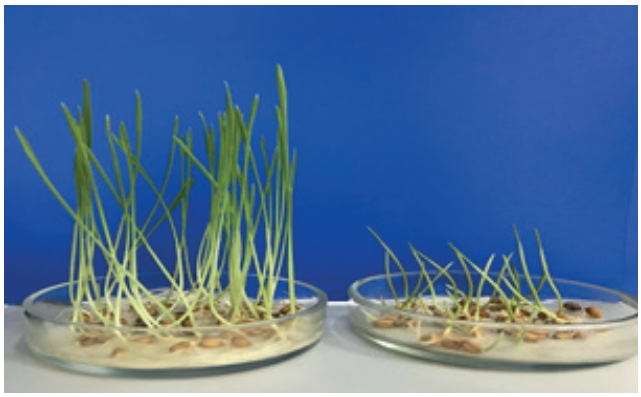
К – отдельное хранение семян	9	80,7±3,0	93,5±2,4
Интактные совместно с γ-облученными		69,5±2,0*	88,7±3,1*
Интактные совместно с травмированными		73,9±1,8	92,1±2,3

Примечание: * – достоверно при $P_{0,05}$



1 – контроль (отдельное хранение семян от стрессированных); 3 – семена подвергали месячной экспозиции стрессированными (облученными)

Рис. 3 –Трехсуточные проростки семян яровой пшеницы



Слева – контроль (интактные семена, отдельно хранившиеся от стрессировнных); справа – семена, хранившиеся 9 месяцев со стрессированными (облученными)

Рис. 4– Десятисуточные проростки семян яровой пшеницы

Дистанционное воздействие стрессированных семян на интактные, изменяя активность начальных ростовых процессов, существенно модифицировало посевные качества семян (табл. 2). Экспонирование в течение одного месяца существенно стимулировало на этапе гетеротрофного питания процессы прорастания семян и способствовало увеличению энергии прорастания на 11-16 % у проростков интактных семян яровой пшеницы. К 6 месяцам хранения эффект стимуляции сменился достоверным угнетением, который продолжал усиливаться с увеличением срока хранения, к 9 месяцам энергия прорастания была меньше контроля на 19-30 %, лабораторная всхожесть на 21-23 %. Семена ячменя на дистанционное влияние стрессированных (облученных) при хранении в течение одного месяца реагировали слабой тенденцией в сторону увеличения энергии прорастания, а через 9 месяцев слабая стимуляция сменилась заметным угнетением данного показателя, при этом лабораторная всхожесть стала на 5 % ниже контроля.

Дистанционное влияние стрессированных семян на интактные в течение двух лет оказало отдаленное последействие на продукционный процесс. Резкое падение полевой всхожести семян, угнетение процессов роста, формирования ассимиляционной поверхности и генеративных органов у растений из семян яровой пшеницы, хранившихся с облученными 24 месяца, привело к снижению урожайности зерна пшеницы более чем в 3,4 раза по отношению к контролю (табл. 3). Несколько менее выраженное угнетение всех морфометрических показателей происходило у растений яровой пшеницы, сформированных из семян, хранившихся с травмированными, в результате чего урожайность зерна составила 74 % от контроля. Наиболее сильное снижение урожайности происходило в варианте хранения интактных с облученными, главным образом, за счет уменьшения числа продуктивных стеблей и продуктивности колоса, соответственно, на 234 шт./м^2 и 0,32 г. Тогда как при хранении интактных с травмированными уменьшение числа продуктивных стеблей и продуктивности колоса составио, соответственно, 32 шт./м^2 и 0,13 г. Значительно более стрессоустойчивыми были семена ячменя: снижение урожайности зерна данной культуры было 7 и 16 % при хранении интактных семян совместно с травмированными и облученными, соответственно. Это согласуется с общеизвестными сведениями о более высокой устойчивости семян ячменя к экстремальным воздействиям в процессе хранения, а также о большей биологической и хозяйственной долговечности по сравнению с яровой пшеницей. Кроме того, необходимо отметить, что γ-облучение как более мощный стресс-фактор, чем травмирование, обуславливает значительно более сильное повреждающее воздействие на семена, чем механические травмы. Таким образом, послеуборочн-

ное хранение разнокачественных воздушно-сухих семян зерновых культур, в которых присутствуют стрессированные, сопровождается дистанционным их воздействием на интактные, вероятно, обусловленным выделением фитогормона стрессового этилена.

Таблица 3 – Влияние стрессированных семян на морфометрические показатели и элементы продуктивности растений (продолжительность экспозиции 24 месяца)

Показатели	яровая пшеница			ячмень		
	Интактные семена (экспонированные)	Интактные семена (экспонированные)		Контроль (отдельное хранение интактных семян)	Интактные семена (экспонированные)	
		травмированными	облученными		травмированными	облученными
Полевая всхожесть, %	81	67	39	76	70	65
Высота растений, см (фаза колошение-цветение)	83,5	70,3 / 84	58,4 / 70	52,6	53,1 / 101	48,3 / 91,8
Индекс листовой поверхности (фаза колошение-цветение)	3,49	2,66 / 82	1,37 / 39	3,01	2,73 / 90,6	2,54 / 84,3
Масса стебля, г (фаза молочно-восковой спелости)	2,11	1,83	1,44	1,33 / 100	1,29 / 96	1,25 / 92
Число стеблей: общее, шт./м^2	438	406 / 92,6	204 / 46,5	649	616 / 94,9	522 / 77,3
в т.ч. продуктивных, шт./м^2	379	322 / 84,9	138 / 36,4	587	558 / 95,0	469 / 79,8
Продуктивность колоса: масса, г	1,07	0,94 / 87,8	0,75 / 70	0,61	0,60 / 95,1	0,57 / 91,9
число зерен, шт.	26,5	23,8 / 89,8	20,0 / 75,4	14,1	13,9 / 98,5	14,0 / 99,2
Масса 1000 зерен, г	40,1	39,4 / 98,2	37,5 / 93,5	43,9	43,2 / 98,4	42,1 / 95,8
Урожайность зерна, г/м^2	405 / 100	303 / 74	117 / 28	358 / 100	335 / 93	297 / 84
$НСР_{0,05}$			29			31

Заключение

Экспериментально подтверждено свойство воздушно-сухих семян зерновых культур, находящихся в состоянии стресса, индуцированного механическими травмами, подобно гамма-облучённым, дистанционно вызывать физиологические модификации у интатных семян. Непродолжительное совместное хранение стрессированных и интактных семян порождает кратковременный эффект стимуляции у интактных, сменяющийся с увеличением срока совместного хранения до 9-и месяцев резким ингибированием ростовых процессов и ухудшением посевных качеств вплоть до утраты ими посевной годности. Влияние стрессированных семян на интактные имеет отдаленное последействие на продуктивные свойства интактных, которое сопровождается на всех этапах прорастания семян, роста растений и формирования генеративных органов сильным угнетением, наиболее выраженным у яровой пшеницы.

Список литературы

1. Гродзинский, Д.М. Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах [Текст] / А.М. Гродзинский // Сб. статей. Выпуск 2 . - Киев: Наукова Думка, 1971 - 219 с.

2. Грюммер, Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия [Текст] / Г. Грюммер. Перевод с немецкого. – М. : ИЛ, 1957. – 262 с.

3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. - 351 с.

4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст]. – М.: Колос, 1989. - 194 с.

5. Кефели, В.И. Рост растений [Текст] / В.И. Кефели. – М. : Колос, 1984. – 174 с.

6. Левин, В.И. Агроэкологические эффекты воздействия на семена растений электромагнитных полей различной модальности : автореф. дис. …д-ра с.-х.наук [Текст] / В.И. Левин. - М.: 2000. - 43 с.

7. Левин, В.И. Каскадный эффект внутривидового дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные [Текст] / В.И, Левин, С.А. Макарова // Вестник РГАТУ. - 2011. - № 1(17). – С. 38-42.

8. Левин, В.И. К вопросу о возможных механизмах бесконтактного влияния гамма облученных семян на необлученные [Текст] / В.И. Левин // Тезисы докладов Всероссийской науч.-практ. конф. «Ресурсоэнергосберегающие приемы и технологии возделывания сельскохозяйственных культур», 1998. - С. 86-88.

9. Левин, В.И. Специфичность дистанционного воздействия гамма-облученных семян растений на необлученные [Текст] / В.И Левин., Е.К. Еськов // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2002. - Том 42. - № 3. - С. 302-307.

10. Токин, Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах [Текст] / Б.П. Токин. - Л. : Изд-во Ленинградского университета, 1980. - 280 с.

11. Райс, Э. Аллелопатия [Текст] / Э. Райс. Перевод с англ. - М. : Мир, 1978. - 392 с.

12. Удовенко, Г.В. Физиологические механизмы адаптации растений к различным экстремальным условиям [Текст] / Г.В. Удовенко // Труды ВНИИ растениеводства по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 1979. - Т. 64. - № 3. - С. 5-22.

13. Эйдус Л.Х. Интерфазная гибель облученных тимоцитов –результат «эффекта свидетеля» [Текст] / Л.Х. Эйдус // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2002. - № 3.- С.284-286.

14. Nagasawa, HH. Induction of sister chromatid exchanges by extremely low doses of alpha-particles [Text] / H.H. Nagasawa, J.B. Little // Cancer Res. – 1992. - V. 52. - P. 6394-6396.

15. ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести»

16. ГОСТ Р52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества»

MODIFICATION OF SOWING QUALITIES AND PRODUCTIVITY OF INTACT SEEDS OF GRAIN CROPS INDUCED BY STRESSES

Levin Victor I., *Doctor of Agricultural Science, Full Professor of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, Levin-49@bk.ru*

Dudin Nikolay N., *Aspirant, Nikolai-dudin@mail.ru*

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

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The aim of the research is to study the ability of seeds under stress induced by mechanical shock and radiation to generate intraspecific and interspecific biological effects in intact seeds remotely. The response of intact spring wheat seeds of Darya variety and barley seeds of Vladimir variety meeting the requirements of the sowing standard on the remote exposure of stressed spring wheat seeds in which stress is induced by mechanical shock and radiation was studied. The main results of the research: based on experiments, the data were obtained that prove modification of the initial growth processes, sowing qualities and productive properties of intact seeds under the influence of stresses. The ability of stressed spring wheat seeds to influence remotely the intensity of initial growth processes, sowing qualities of seeds and productivity of plants formed from intact seeds has been experimentally established. There is a similarity in the response of spring wheat seeds (Triticuma estivum var. lutescens) and barley seeds (Hordéum vulgáre) to stressful effects. At the same time, barley is characterized by a higher resistance to stress factor than spring wheat. It is assumed that stressed seeds have a typical stress response to damaging effects (traumatizing and radiation), i.e. emission of ethylene, which, being released as a gas, exerts a remote phytohormonal effect on the entire set of seeds united by a common air environment.The obtained data can be used to assess the sowing qualities, develop methods and ways for post-harvest storage and blocking the development of stress reactions of damaged seeds.

Key words: *stress, seeds, remote sensing, sowing qualities and productive properties of seeds.*

Literatura

1. Grodzinskiy, D.M. Fiziologo-biokhimicheskiye osnovy vzaimodeystviya rasteniy v fitotsenozakh [Tekst] / A.M. Grodzinskiy // Sb. statey. Vypusk 2. - Kiyev: Naukova Dumka, 1971 - 219 s.

2. Gryummer, G. Vzaimnoye vliyaniye vysshikh rasteniy. Allelopatiya [Tekst] / G. Gryummer. Perevod s nemetskogo. – M. : IL, 1957. – 262 s.

3. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B.A Dospekhov. – M. : Agropromizdat, 1985. - 351 s.

4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Tekst]. – M. : Kolos, 1989. - 194 s.

5. Kefeli, V.I. Rost rasteniy [Tekst] / V.I. Kefeli. – M. : Kolos, 1984. – 174 s.
6. Levin, V.I. Agroekologicheskiye effekty vozdeystviya na semena rasteniy elektromagnitnykh poley razlichnoy modal'nosti : avtoref. dis. …d-ra s.-kh.nauk [Tekst] / V.I. Levin. - M., 2000. - 43 s.
7. Levin, V.I. Kaskadnyy effekt vnutrividovogo distantsionnogo vozdeystviya obluchennykh semyan rasteniy na neobluchennyye [Tekst] / V.I, Levin, S.A. Makarova // Vestnik RGATU. - 2011. - № 1(17). – S. 38-42.
8. Levin, V.I. K voprosu o vozmozhnykh mekhanizmakh beskontaktnogo vliyaniya gamma obluchennykh semyan na neobluchennyye [Tekst] / V.I. Levin // Tezisy dokladov Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf. «Resursoenergosberegayushchiye priyemy i tekhnologii vozdelyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur», 1998. - S. 86-88.
9. Levin, V.I. Spetsifichnost' distantsionnogo vozdeystviya gamma-obluchennykh semyan rasteniy na neobluchennyye [Tekst] / V.I Levin., Ye.K. Yes'kov // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. - 2002. - Tom 42. - № 3. - S. 302-307.
10. Tokin, B.P. Tselebnyye yady rasteniy. Povest' o fitontsidakh [Tekst] / B.P. Tokin. - L. : Izd-vo Leningradskogo universiteta, 1980. - 280 s.
11. Rays, E. Allelopatiya [Tekst] / E. Rays. Perevod s angl. - M. : Mir, 1978. - 392 s.
12. Udovenko, G.V. Fiziologicheskiye mekhanizmy adaptatsii rasteniy k razlichnym ekstremal'nym usloviyam [Tekst] / G.V. Udovenko // Trudy VNII rasteniyevodstva po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. - 1979. - T. 64. - № 3. - S. 5-22.
13. Eydus L.KH. Interfaznaya gibel' obluchennykh timotsitov –rezul'tat «effekta svidetelya» [Tekst] / L.KH. Eydus // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. - 2002. - № 3.- S.284-286.
14. Nagasawa, HH. Induction of sister chromatid exchanges by extremely low doses of alpha-particles [Text] / H.H. Nagasawa, J.B. Little // Cancer Res. – 1992. - V. 52. - P. 6394-6396.
15. GOST 12038-84 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti.
16. GOST R52325-2005 Semena sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Sortovyye i posevnyye kachestva.

УДК 636.087.24:636.084.1 ***DOI 10.36508/RSATU.2020.96.75.005***

ПИВНАЯ ДРОБИНА В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

МАЙОРОВА Жанна Сотьевна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, jeannemay@yandex.ru*
ФЕДОСОВА Ольга Александровна, *канд. биол. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, fedosowa1986@mail.ru*
ТОРЖКОВ Николай Иванович, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии, nikolai.torzhkov@yandex.ru*
ТУНИКОВ Геннадий Михайлович, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии,*
ПРАВДИНА Елена Николаевна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии, epravdina@mail.ru*
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Статья отражает исследования по применению свежей пивной дробины в кормлении бычков на заключительном этапе откорма и сухой пивной дробины при выращивании ремонтных телок в возрасте 6-12 месяцев, которые показали ее положительное влияние на качество кормовых рационов и продуктивность животных. В основном рационе контрольных групп часть комбикорма заменяли пивной дробиной: при откорме бычков – 5 кг свежей дробины взамен 1 кг комбикорма, при выращивании телок – 0,5 кг сухой дробины взамен аналогичного количества комбикорма. За счет применения пивной дробины была повышена протеиновая ценность рационов и оптимизирован их микроминеральный состав, что способствовало активизации обмена веществ в организме животных и повышению их продуктивности. У бычков опытной группы живая масса в конце откорма и среднесуточный прирост были, соответственно, выше на 2,5 % и 7,4 %, нежели у контрольных животных. Данные показатели у телочек опытной группы были выше контрольных значений на 4,1 и 6,5 % соответственно. Затраты энергетических кормовых единиц на 1 кг приро-

© Майорова Ж. С., Федосова О. А., Торжков Н. И., Туников Г. М., Правдина Е. Н., 2020 г.

ста живой массы у животных опытных групп были ниже на 7,3-7,6 % в сравнении с контролем. Установлена экономическая целесообразность применения свежей и сухой пивной дробины в рационах молодняка крупного рогатого скота, так как за счет повышения интенсивности роста животных и значительной экономии зерновых кормов себестоимость 1 кг прироста живой массы, полученного на рационах с дробиной, была ниже на 6,2 % у телочек и на 10,4 % у бычков.

Ключевые слова: *пивная дробина, бычки, откорм, ремонтный молодняк, рацион, полноценность, биохимия крови, прирост, живая масса, затраты кормов, эффективность.*

Введение

В условиях рыночной экономики снижение себестоимости продовольственной продукции – важнейшая задача скотоводства. Для этого необходима научно-обоснованная система кормления животных, полностью удовлетворяющая их потребности во всех жизненно необходимых элементах питания, особенно в протеине, минеральных и биологически активных веществах, а также изыскание дополнительных резервов для ее осуществления [1, 2].

Во всем мире актуален вопрос утилизация отходов производств. Во-первых, они представляют серьезную угрозу природной среде. Во-вторых, производство кормов и кормовых добавок для животных из вторичных сырьевых ресурсов дает возможность их рационального использования [8, 9, 10].

В настоящее время объемы отходов производств переработки растительной продукции сопоставимы с объемами исходного сырья. Это создает значительный резерв для получения полноценных кормов с минимальными затратами на их производство и одновременно возможность решения проблем экологии, которые возникают при их утилизации [7].

Использование отходов производств, таких как жом, барда, пивная дробина и т. д. для удешевления рационов – важный резерв повышения эффективности откорма и выращивания молодняка крупного рогатого скота.

Среди отходов пивоваренных заводов пивная дробина занимает наибольший удельный вес (82-87 %) [6]. Это – ценный с кормовой точки зрения продукт с богатым белково-минеральным составом [5]. В кормлении сельскохозяйственных животных пивную дробину используют как в свежем виде, скармливая ее в составе рациона в смеси с другими ингредиентами, так и в высушенном, добавляя в комбикорма и зерновые смеси.

Пивная дробина богата растительной клетчаткой из-за содержания в ней большого количества зерновых оболочек. По питательной ценности она близка к сочным кормам, что делает ее наиболее подходящей для кормления жвачных животных [3].

Свежая пивная дробина – корм дешевый, и наиболее целесообразно ее использовать в качестве дополнительного недорогого источника протеина при откорме крупного рогатого скота, что дает возможность значительно снизить расход концентрированных кормов [4].

В данной статье авторами представлены результаты исследований:

– по применению свежей пивной дробины на заключительном откорме бычков (опыт 1);

– по применению сухой пивной дробины при выращивании ремонтных телок в возрасте 6-12 месяцев (опыт 2).

Материалы и методы исследования

На базе животноводческих предприятий Рязанской области для проведения научно-хозяйственного опыта осуществлялись экспериментальные исследования по оценке эффективности применения свежей пивной дробины при откорме бычков. Контрольную и опытную группы формировали из 11-месячных животных методом пар-аналогов. В каждой группе было по 15 голов, продолжительность эксперимента составила 90 дней.

Бычки контрольной группы получали рацион, применяемый в хозяйстве для животных на заключительном откорме (основной рацион). Бычкам опытной группы давали 5 кг свежей пивной дробины взамен 1 кг комбикорма (табл. 1).

Для проведения опыта по оценке эффективности применения сухой пивной дробины в рационах ремонтных телок методом пар-аналогов были сформированы контрольная и опытная группы телок по 12 голов в каждой, в возрасте 6 месяцев. Учетный период составил 180 дней.

В рацион телок опытной группы вводили сухую пивную дробину в количестве 50 % от массы комбикорма (табл. 1).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных в группе	Продолжительность опыта, сут.	Особенности кормления
Бычки на откорме (опыт 1)			
Контрольная	15	90	Основной рацион (ОР)
Опытная	15	90	ОР + 5 кг свежей пивной дробины взамен
1 кг комбикорма			
Контрольная	12	180	ОР
Опытная	12	180	ОР + 0,5 кг сухой пивной дробины (замена 50 % комбикорма по массе)

В научно-хозяйственном опыте использовали клинически здоровых животных, которые содержались

в одинаковых условиях – беспривязно, группами. Кормление молодняка было организовано в соответствии с требованиями норм, в зависимости от фактической живой массы, возраста и приростов.

Фактическое потребление кормов учитывали за двое смежных суток 1 раз в месяц по общепринятой методике. Питательность рационов рассчитывали на основании фактических данных питательности кормов.

В процессе исследований проводился ежедневный осмотр поголовья с периодическим измерением клинических показателей (температура, пульс, частота дыхательных движения и сокращений рубца). Ежемесячно проводились контрольные взвешивания животных, по результатам которых рассчитывали абсолютный и среднесуточный прирост живой массы, а также относительный прирост по формуле С. Броди.

В начале и конце опыта для контроля физиологического состояния организма животных у 7 особей брали кровь на биохимический анализ. Определяли содержание общего белка и альбуминовой фракции, глюкозы, общего кальция и неорганического фосфора.

По окончании опыта были рассчитаны показатели эффективности применения пивной дробины в рационах молодняка крупного рогатого скота: затраты корма на 1 кг прироста и экономическая эффективность.

Полученные в период опыта данные обрабатывали при помощи стандартных расчетов вариационной статистики Н. А. Плохинского.

Обсуждение результатов исследований

Опыт на бычках проводился в летний период. Их основной рацион кормления состоял из зеленой массы, силоса, сенажа, соломы, комбикорма собственного производства, патоки кормовой, минеральных добавок.

Телки в период опыта получали основной рацион, состоящий из сена бобового, сенажа разнотравного, силоса кукурузного, комбикорма собственного производства, патоки кормовой и минеральных добавок (табл. 2).

Количество кормов основного рациона в контрольных и опытных группах было одинаковым, их потребление не имело существенных отличий.

Рационы животных по содержанию энергии и основного набора питательных веществ соответствовали требованиям норм. По большинству показателей разница между контрольной и опытной группой не превышала 1-4 %.

Таблица 2 – Среднесуточный рацион кормления животных в период опыта

Бычки (опыт 1)			Телки (опыт 2)		
Показатели	Контрольная группа	Опытная группа	Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
Состав рациона, кг					
Зеленая масса злаково-бобовая	7,2	7,2	Сено люцерновое	1,0	1,0
Сенаж клеверный	5,1	5,1	Сенаж травяной	3,0	3,0
Силос кукурузный	2,7	2,7	Силос кукурузный	7,0	7,0
Солома овсяная	1,1	1,1	Комбикорм	1,0	0,5
Комбикорм	2,5	1,5	Пивная дробина высушенная	-	0,5
Пивная дробина свежая	-	5,0	Меласса	0,25	0,25
Меласса	0,40	0,40	Мононатрийфосфат кормовой	0,07	0,07
Соль поваренная	0,04	0,04	Соль поваренная	0,03	0,03
Мононатрийфосфат кормовой	0,05	0,05	-	-	-
В рационе содержится					
Энергетические кормовые единицы	7,03	6,99	Энергетические кормовые единицы	4,67	4,61
Сухое вещество, кг	7,7	8,0	Сухое вещество, кг	5,6	5,6
Сырой протеин, г	1041,1	1219,2	Сырой протеин, г	721,1	756,3
Переваримый протеин, г	639,5	754,3	Переваримый протеин, г	448,0	484,1
Сырая клетчатка, г	1841,2	1874,1	Сырая клетчатка, г	1221,9	1296,1
Сахар, г	556,0	536,0	Сахар, г	324,0	317,0
Кальций, г	54,8	56,3	Кальций, г	44,2	46,1

Продолжение таблицы 2

Фосфор, г	30,4	33,3	Фосфор, г	29,0	28,3
Медь, мг	59,2	63,8	Медь, мг	43,1	49,0
Цинк, мг	266,8	351,8	Цинк, мг	252,2	269,4
Кобальт, мг	3,9	4,3	Кобальт, мг	3,6	3,8
Йод, мг	1,6	1,8	Йод, мг	1,6	1,7
Каротин, мг	539,0	546,0	Каротин, мг	239,0	238,0
ЭКЕ на 1 кг сухого вещества	0,91	0,87	ЭКЕ на 1 кг сухого вещества	0,84	0,82
Переваримый протеин на 1 ЭКЕ, г	91,0	108,0	Переваримый протеин на 1 ЭКЕ, г	95,7	105,0
Сырая клетчатка в % от сухого вещества	23,9	23,4	Сырая клетчатка в % от сухого вещества	21,8	23,1
Сахар : протеин	0,87 : 1	0,71 : 1	Сахар : протеин	0,72 : 1	0,65 : 1
Кальций : фосфор	1,8 : 1	1,7 : 1	Кальций : фосфор	1,5 : 1	1,6 : 1

По содержанию переваримого протеина разница между рационами опытных и контрольных групп составила 18 % у бычков и 8 % у телочек в пользу опытных групп, в результате чего там было ниже сахаропротеиновое отношение. Опытные бычки в отличие от контрольных получали с кормами на 6 % больше фосфора, а телочки – клетчатки.

Основной рацион в обоих опытах был не полноценен по содержанию микроэлементов. Дефицит меди составлял 6-10 %, цинка – 7-18 %, кобальта – 8-9 % и йода – 11-24 % (табл. 2).

Введение в рацион откормочных бычков и ремонтных телочек пивной дробины, соответственно свежей и сухой, привело к норме показатели обеспеченности животных медью, цинком и кобальтом. Дефицит йода остался: в первом опыте на уровне 14 %, во втором – на уровне 6 %, но он стал ниже по сравнению с контролем почти в 2 раза (рис. 1).

При выращивании и откорме молодняка основными показателями, характеризующими полноценность кормления, являются приросты его живой массы.

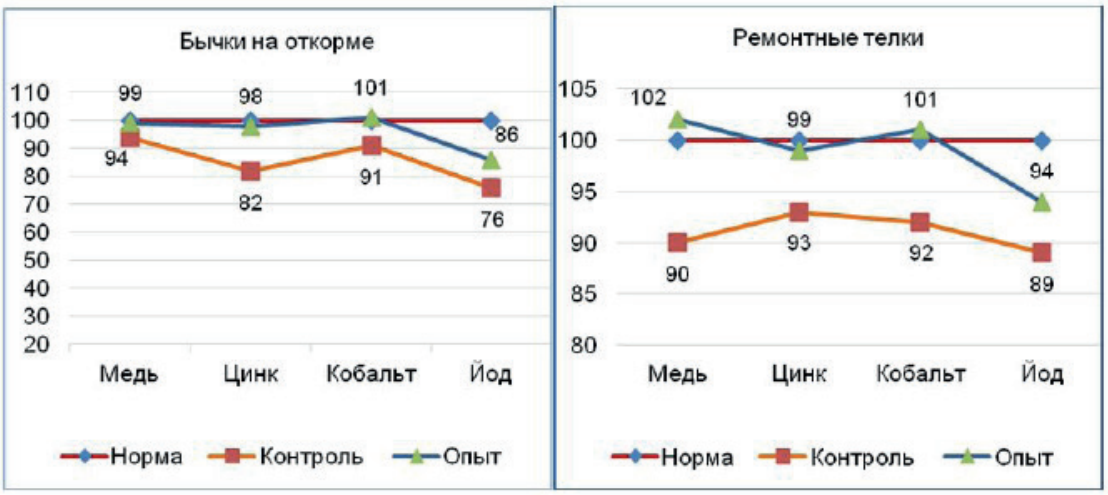


Рис. 1 – Содержание микроэлементов в рационе, % от нормы.

Применение в составе рационов животных пивной дробины, в любом ее виде, жидком или сухом, положительно отразилось на показателях роста молодняка (табл. 3).

В момент постановки на опыт средняя живая масса бычков составляла 240 кг, телочек – 160 кг. Разница между показателями опытной и контрольной групп была несущественна – 1,5-2 %.

Таблица 3 – Продуктивность животных

Показатели	Бычки (опыт 1)		Телочки (опыт 2)	
	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа
Живая масса в начале опыта, кг	238,1±1,96	241,8±2,12	158,1±2,06	161,8±2,2
Живая масса в конце опыта, кг	327,8±3,06	336,1 ± 3,29*	276,8±2,54	288,2±2,67**

Продолжение таблицы 3

Прирост живой массы:				
абсолютный, кг	89,7±1,38	96,3±1,53**	118,7±1,52	118,7±1,52
среднесуточный, г	996,7±15,31	1070,0±16,46**	659,4±9,12	659,4±9,12
относительный, %	31,7	33,3	54,6	54,6

* – P ≤ 0,1; ** – P ≤ 0,01

Анализ полученных в ходе работы данных показал, что абсолютный прирост живой массы у бычков в контрольной группе был равен в среднем 89,7 кг, среднесуточный прирост – 996,7 г, в опытной – соответственно 96,3 кг и 1070 г, то есть выше на 7,4 %. Таким образом, к концу откорма живая масса у опытных бычков на 8,3 кг или 2,5 % была выше, чем у их контрольных аналогов.

Телки опытной группы также отличались более высокими приростами живой массы, чем контрольные животные: абсолютный прирост у них был выше на 7,7 кг, среднесуточный – на 42,8 г или 6,5 %. В результате телки опытной группы к 12-месячному возрасту имели живую массу выше, чем в контроле, на 11,4 кг или 4,1 %.

Относительный прирост живой массы за период исследований у опытных бычков и телочек был выше, чем в группе контроля, на 1,6 абсолютных процента.

Рисунок 2 иллюстрирует динамику живой массы животных в период проведения исследований.

Бычки и телочки опытной группы отличались более высокой интенсивностью роста на протяжении всего эксперимента. За первый месяц опыта живая масса бычков увеличилась на 12,6 % против 11,9 % в контроле. За второй и третий месяцы опыта у опытных бычков живая масса выросла, соответственно, на 14,4 % и 7,9 % по отношению к предыдущему показателю; у бычков контрольной группы изменение живой массы соответственно составило 14,2 % и 7,7 %.

У телочек за первый месяц опыта их живая масса увеличилась на 13,1 % против 12,9 % в контроле. К середине опыта живая масса опытных телок выросла на 38,8 %, контрольных – на 37,4 %, а к концу периода (12 месяцев) разница между группами составила 4,1 %.

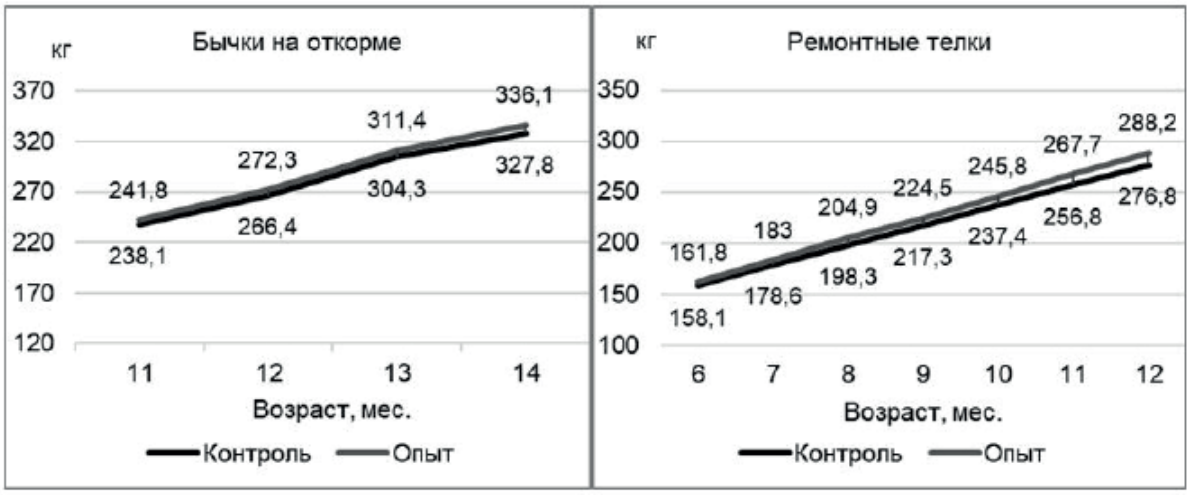


Рис. 2 – Динамика живой массы животных.

Условия кормления могут оказывать влияние на клинико-физиологические показатели животных. В обоих опытах основные клинические показатели молодняка соответствовали нормативным данным и значимой разницы между контрольной и опытной группами не было (рис. 3).

У бычков средний показатель температуры тела был в пределах 38,1 °С, частота пульса 68,6 ударов в минуту, частота дыхания 25,3 дыхательных движений в минуту; аналогичные показатели у телочек составили 38,4 °С, 69,1 ударов в минуту и 25,7 дыхательных движений в минуту соответственно.

При подсчете количества сокращений рубца была отмечена тенденция к увеличению количества сокращательных движений и у бычков, и у телочек – соответственно, на 6 и 9 %.

Биохимические показатели крови у всех животных также соответствовали требованиям физиологических норм (табл. 4).

Один из важных показателей контроля обмена веществ в организме и здоровья животных – общий белок. Отмечено его достоверное повышение при применении в кормлении пивной дробины, как у бычков, так и у телочек, соответственно, на 9,9 и 9,6 %.

Альбумины – основные белки крови, выполняющие роль аминокислотного резерва организма и

обеспечивающие транспорт различных промежуточных продуктов обмена, гормонов, витаминов, жирных кислот, минеральных соединений и т. д. Увеличение их количества в сыворотке крови животных указывает на повышение уровня белкового обмена в организме, что положительно сказывается на продуктивности животных. Пивная дробина способствовала повышению количества альбуминов в крови животных опытных групп на 7,3 % у бычков и на 8,9 % у телочек (Р ≤ 0,1) по сравнению с контролем.

В крови опытных животных на 6,5-6,8 % в сравнении с группой контроля была достоверно выше концентрация глюкозы, которая является источником энергии для жвачных и основным показателем метаболизма углеводов в их организме.

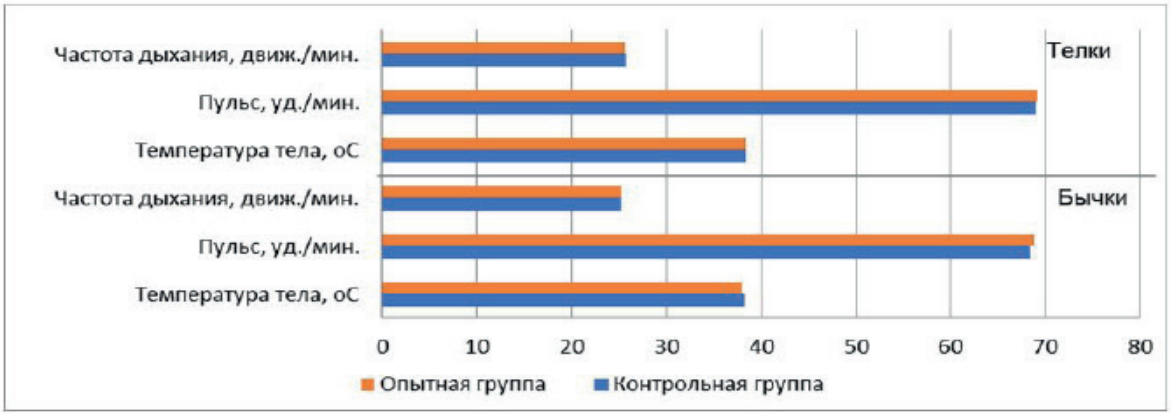


Рис. 3 – Клинико-физиологические показатели животных

Таблица 4 – Биохимический статус крови молодняка

Исследуемые показатели	Бычки (опыт 1)		Телки (опыт 2)	
	Группа		Группа	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
В начале опыта				
Общий белок, г/л	73,3 ± 1,42	72,8 ± 1,48	74,2 ± 1,57	74,9 ± 1,64
Альбумины, %	38,2 ± 1,16	38,5 ± 1,27	39,6 ± 1,22	39,4 ± 1,37
Глюкоза, ммоль/л	2,61 ± 0,11	2,57 ± 0,12	2,33 ± 0,08	2,35 ± 0,10
Кальций, ммоль/л	2,68 ± 0,09	2,73 ± 0,10	2,84 ± 0,12	2,80 ± 0,09
Фосфор, ммоль/л	1,53 ± 0,07	1,56 ± 0,08	1,67 ± 0,14	1,62 ± 0,12
Кальций : фосфор	1,7 : 1	1,8 : 1	1,7 : 1	1,7 : 1
В конце опыта				
Общий белок, г/л	73,8 ± 1,46	81,1 ± 1,53**	74,8 ± 1,75	82,0 ± 1,88**
Альбумины, %	38,4 ± 1,02	41,2 ± 1,07*	39,3 ± 1,10	42,8 ± 1,12*
Глюкоза, ммоль/л	2,64 ± 0,08	2,82 ± 0,04*	2,31 ± 0,06	2,46 ± 0,06*
Кальций, ммоль/л	2,62 ± 0,03	2,76 ± 0,07*	2,73 ± 0,05	2,84 ± 0,04*
Фосфор, ммоль/л	1,49 ± 0,04	1,64 ± 0,07*	1,56 ± 0,04	1,69 ± 0,06*
Кальций : фосфор	1,8 : 1	1,7 : 1	1,8 : 1	1,7 : 1

Для контроля полноценности минерального питания определяли содержание общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови животных. Концентрация кальция – величина достаточно постоянная, но все же она подвергается изменению, что зависит от многих факторов, определяющих состояние организма, и от количества кальция, поступающего с кормами. С обменом кальция тесно связан обмен фосфора, необходимого для нормального протекания углеводного, жирового и белкового обмена в организме. Оптимальное отношение между кальцием и фосфором – 1,7-2 : 1.

Результаты анализа крови показали заметное повышение в ней уровня кальция и фосфора у животных опытных групп в обоих опытах. В первом опыте у бычков, получавших пивную дробину, количество кальция было выше по сравнению с кон-

трольной группой на 5,3 %, количество фосфора – на 10 %. У телочек, во втором опыте, данные показатели были выше соответственно на 4 % и 8,3 %.

Более высокое содержание кальция и фосфора в крови косвенно указывает на более высокую интенсивность протекания процессов ассимиляции в организме животных при включении в их рацион пивной дробины, в любой ее форме, сухой или свежей.

Один из важнейших показателей, позволяющих оценить эффективность выращивания молодняка –затраты корма на 1 кг полученного прироста живой массы. Проведенные расчеты показали, что при заключительном откорме бычков в опытной группе затраты энергетических кормовых единиц были ниже, чем в группе контроля, на 7,3 %, а затраты переваримого протеина – наоборот, выше на 9,4 %.

Такая же тенденция по расходу энергетических кормовых единиц прослеживалась и в опыте на ремонтных телках (снижение на 7,6 %), в очередной раз затраты переваримого протеина возросли, но незначительно – на 1,5 %.

В обоих опытах при применении в кормлении животных пивной дробины был снижен расход зерновых ингредиентов рациона на 1 кг прироста живой массы: у бычков – на 44 %, ремонтных телок – на 53 %.

Расчет денежных затрат на корма при откорме и выращивании молодняка крупного рогатого скота показал, что общие затраты на кормление при использовании свежей пивной дробины снизились на 8,6 % (за счет экономии концентратов), при использовании сухой пивной дробины практически остались без изменений, но тем не менее, стали ниже на 0,2 %.

Замена части концентрированных кормов в рационах молодняка крупного рогатого скота пивной дробиной позволила за счет удешевления рационов и повышения интенсивности роста животных снизить себестоимость 1 кг полученного прироста живой массы у бычков на 10,4 %, у телочек – на 6,2 %.

Заключение

Введение в рацион молодняка крупного рогатого скота свежей и сухой пивной дробины позволило:

– повысить в нем уровень переваримого протеина на 8-18 % и улучшило его микроминеральный состав, полностью решив проблему дефицита меди, цинка, кобальта и в 2 раза сократив дефицит йода, но вызывало относительный дефицит сахара, что требует увеличения в рационе доли сахаросодержащих компонентов;

– активизировать обменные процессы в организме, на что указывало достоверное повышение в крови животных общего белка на 10 % и альбуминовой фракции на 7-9 %, глюкозы на 6,5-7 %, кальция на 4-5 % и фосфора на 8-10 %;

– обеспечить более высокую продуктивность животных, повысив приросты их живой массы на 6,5-7,4 %, при более низких затратах кормов;

– за счет экономии зерновых кормов снизить общие затраты на кормление молодняка на 8,6 %;

– снизить себестоимость 1 кг полученного прироста живой массы у бычков на 10,4 %, у телочек – на 6,2 %.

Данные результаты говорят об экономической целесообразности применения пивной дробины в свежем или сухом виде при заключительном откорме бычков и выращивании ремонтных телок в возрасте 6-12 месяцев.

Список литературы

1. Гамко, Л.Н. Применение минерально-витаминных добавок при выращивании молодняка крупного рогатого скота [Текст] / Л.Н. Гамко, С.И. Шепелев, С.Е. Яковлева // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (38). – С. 9-14.

2. Использование белковых добавок в кормлении крупного рогатого скота [Текст] / С.В. Гончаров, В.С. Иванов, М.А. Королева, Г.Е. Усков // Вестник МичГАУ. – 2011 – № 1. – Ч. 2. – С. 15-18.

3. Колмогорова, Е.А. Использование пивной дробины в кормлении лактирующих коров [Текст] / Е.А. Колмогорова, Д.А. Колмогоров, О.В. Иванова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 2. – № 7. – С. 123-126.

4. Лукачева, В.А. А-витаминный статус и продуктивность бычков при откорме на пивной дробине [Текст] / В.А. Лукачева, А.Ф. Крисанов, А.В. Валошин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8 (94). – С. 95-98.

5.Плиева, З.А. Минеральный состав пивной дробины [Текст] / З.А. Плиева, А.М. Хозиев // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51. – № 3. – С. 331-333.

6. Рекомендации по производству и использованию углеводно-белкового корма полученного путем биоферментации пивной дробины [Текст] / Н.А. Табаков и др. – Красноярск, 2013. – 54 с.

7. Сырцев, А.С. Эффективность использования сухой пивной дробины и пробиотика в комбикормах для жвачных [Текст] / А.С. Сырцев // Сб.: Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 228-231.

8. Экологическая адаптивность, стрессоустойчивость и резистентность животных [Текст] / С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин, Е.А. Шашурина, Е.С. Иванов. – Рязань: изд-во ФГБОУ ВО РГАТУ, 2012. – 142 с.

9. Фиторемедиационная реакция растений при загрязнении почвы нефтепродуктами и отходами кожевенного производства [Текст] / С.А. Нефедова и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 2 (18). – С. 39-41.

10. The Development of Decision Support System for Waste Management: a Review / M.S. Bani, Z.A. Rashid Hamid K.H.K. et al. // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2009. – № 25. – С. 161-168.

SPENT GRAIN IN FEEDING YOUNG CATTLE

Mayorova Zhanna S., *Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Department of Zootechnics and Biology,*

Fedosova Olga A., *Candidate of Biological Science, Associate Professor, Department of Zootechnics and Biology, fedosowa1986@mail.ru*

Torzhkov Nikolay I.*, Doctor of Agricultural Science, Full Professor, Department of Zootechnics and Biology, nikolai.torzhkov@yandex.ru*

Tunikov Gennady M., *Doctor of Agricultural Science, Full Professor, Department of Zootechnics and Biology*

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

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The article reflects studies on the use of fresh spent grain when feeding bulls at the final stage of fattening and dry spent grain when growing replacement heifers aged 6-12 months, which showed its positive effect on the quality of feed rations and animal productivity. Part of the mixed fodder in the main diet of the control groups was replaced with spent grain. Bull calves got 5 kg of fresh spent grain instead of 1 kg of the mixed fodder and heifers got 0.5 kg of dry spent grain instead of the same amount of the mixed fodder. Thanks to pent grain, the protein value of diets was increased and their micro mineral composition was optimized, which contributed to the activation of metabolism in animals and increased their productivity. The live weight of the bulls of the experimental group at the end of the fattening was 2.5 % higher than that in the control animals and the average daily gain was 7.4 % higher. These indicators in the heifers of the experimental group were higher than the control values by 4.1 % and 6.5%, respectively. The cost of energy feed units per 1 kg of increase in live weight in animals of the experimental groups was lower by 7.3-7.6 %, compared with the control. The economic feasibility of using fresh and dry spent grain in the diets of young cattle was established, since due to an increase in the growth rate of animals and significant savings in grain feed, the cost of 1 kg of live weight gain obtained from rations with spent grain was 6.2% lower in heifers and 10.4 % in bulls.

Key words: *spent grain, bulls, fattening, replacements, diet, full value, blood biochemistry, gain, live weight, feed costs, efficiency.*

Literatura

1. Gamko, L.N. Primenenie mineral'no-vitaminnyh dobavok pri vyrashchivanii molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Tekst] / L.N. Gamko, S.I. SHepelev, S.E. YAkovleva // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. – № 2 (38). – S. 9-14.

2. Ispol'zovanie belkovyh dobavok v kormlenii krupnogo rogatogo skota [Tekst] / S.V. Goncharov, V.S. Ivanov, M.A. Koroleva, G.E. Uskov // Vestnik MichGAU – 2011 – № 1. – CH. 2. – S. 15-18.

3. Kolmogorova, E.A. Ispol'zovanie pivnoj drobiny v kormlenii laktiruyushchih korov [Tekst] / E.A. Kolmogorova, D.A. Kolmogorov, O.V. Ivanova // Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. – 2014. – T. 2. – № 7. – S. 123-126.

4. Lukacheva, V.A. A-vitaminnyj status i produktivnost' bychkov pri otkorme na pivnoj drobine [Tekst] / V.A. Lukacheva, A.F. Krisanov, A.V. Valoshin // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 8 (94). – S. 95-98.

5. Plieva, Z.A. Mineral'nyj sostav pivnoj drobiny [Tekst] / Z.A. Plieva, A.M. Hoziev // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – T. 51. – № 3. – S. 331-333.

6. Rekomendacii po proizvodstvu i ispol'zovaniyu uglevodno-belkovogo korma poluchennogo putem biofermentacii pivnoj drobiny [Tekst] / N.A. Tabakov i dr. – Krasnoyarsk, 2013. – 54 s.

7. Syrcev, A.S. Effektivnost' ispol'zovaniya suhoj pivnoj drobiny i probiotika v kombikormah dlya zhvachnyh [Tekst] / A.S. Syrcev // Sb.: Sovremennye problemy zhivotnovodstva v usloviyah innovacionnogo razvitiya otrasli: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2017. – S. 228-231.

8. Ekologicheskaya adaptivnost', stressoustojchivost' i rezistentnost' zhivotnyh [Tekst] / S.A. Nefedova, A.A. Korovushkin, E.A. SHashurina, E.S. Ivanov. – Ryazan': izd-vo FGBOU VO RGATU, 2012. – 142 s.

9. Fitoremediacionnaya reakciya rastenij pri zagryaznenii pochvy nefteproduktami i othodami kozhevennogo proizvodstva [Tekst] / S.A. Nefedova i dr. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2013. – № 2 (18). – S. 39-41.

10. The Development of Decision Support System for Waste Management: a Review / M.S. Bani, Z.A. Rashid Hamid K.H.K. et al. // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2009. – № 25. – C. 161-168.

УДК 633/635:631.52 DOI 10.36508/RSATU.2020.44.16.006

ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА ПО РЯДУ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

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

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

ЧАВДАРЬ Раиса Федоровна, *старший научный сотрудник*

МАРКОВА Анастасия, *аспирант*

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

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

Проведена оценка биологических и хозяйственных свойств линий голозерного овса, полученных от скрещивания как с голозерными формами, так и с пленчатыми сортами местной селекции. В поисках исходного материала в 2004 г. оценено более 140 номеров голозерного овса коллекции ВИР различного происхождения. Установлено, что подавляющая часть изучаемых генотипов существенно уступает по комплексу хозяйственно-биологических признаков сортам пленчатого овса. Лучшие результаты показали скрещивания голозерных форм Крестьянский местный (Россия), Ac Lotta (Канада), Bullion (Великобритания) и др. с сортами местной селекции – Лев, Яков, Буланый, ЗАЛП, при участии которых создан ряд перспективных линий голозерного овса. Главным итогом селекции данной культуры стало внесение в Госреестр селекционных достижений сорта Немчиновский 61 с регионами допуска 2, 3, 5 и передача в 2020 г. на Государственное сортоиспытание сорта Азиль (линия 57h2396). Изучены посевные качества семян сортообразцов голозерного и пленчатого овса, их фитосанитарное состояние и адаптивные свойства на фонах искусственно создаваемых стрессов (обезвоживание сахарозой, засоление хлоридом натрия и закисление сульфатом алюминия), определены различия между показателями голозерного и посевного овса. Представлен анализ всхожести и зараженности семян фузариозом за период 2011-2019 гг. Выявлен комплекс возбудителей болезней семян овса с наиболее частой встречаемостью родов Fusarium, Pyrenophora, Alternaria, Penicillium и Bacterium. Установлено, что голозерные формы уступают пленчатым по всем показателям. На фоне искусственно создаваемых стрессов лучшие результаты по адаптивности показали пленчатый сорт Яков и голозерный Азиль.

Ключевые слова: *овес голозерный, сорт, линия, урожайность, посевные качества, фитосанитарное состояние, адаптивные свойства.*

Введение

В последние годы в мире и в России растет интерес к культуре голозерного овса, для которого характерно высокое содержание белка (9-20 %), жира с высокой энергетической ценностью (до 11 %), углеводов (до 40 %), перевариваемой клетчатки (до 10 %) и аминокислот – лизина, валина, цистеина, метионина и других микро- и макроэлементов [1,2,3]. Достоинством голозерного овса является также устойчивость к осыпанию и то, что его зерно в процессе переработки не требует шелушения [1].

К недостаткам голозерных овсов относят низкую продуктивность и массу 1000 семян, разнокачественность и опушенность зерна, неполную вышелушиваемость зерна из пленок и др. [4, 5].

Недостаточная отселектированность, низкий урожайный потенциал и отсутствие технологий возделывания приводят к тому, что площади, занимаемые этой культурой, незначительны.

Поэтому проблема создания продуктивных, высокоадаптивных сортов голозерного овса путем целенаправленной гибридизации с использованием лучших селекционных достижений весьма актуальна.

Цель исследования – изучение хозяйственно-биологических свойств линий голозерного овса, полученных на основе лучших сортов пленчатого овса местной селекции и голозерных образцов из коллекции ВИР для селекции на продуктивность, устойчивость к стрессовым факторам среды и другим показателям.

Материалы и методы

Работа проведена в Федеральном исследовательском Центре «Немчиновка» (до 2010 г. – НИИСХ ЦРНЗ) в 2004-2019 гг. Материалом для изучения служили сортообразцы голозерного овса различного происхождения из коллекции ВИР и высокопродуктивные сорта пленчатого овса немчиновской селекции.

Изучение стрессоустойчивости осуществляли в лабораторных условиях на ранних этапах онтогенеза на фоне искусственно моделируемых стрессов, используя обезвоживание сахарозой [6], засоление хлоридом натрия (NaCl) [7], и закисление сульфатом алюминия ($[Al_2(SO_4)3]$) [8]. На указанных фонах выявляли засухо- соле- и алюмоустойчивые генотипы овса. В качестве диагностического признака использовали интенсивность ростовых процессов проростков, отражающую совокупность метаболических изменений.

Для комплексной оценки изучаемых признаков

© Марченкова Л. А., Павлова О. В., Чавдарь Р. Ф., Маркова А., Чебаненко С. И., 2020 г.

была применена группировка сортов по индексу устойчивости «И», который представляет собой сумму показателей устойчивости к каждому стрессовому фактору (И1+И2+И3…), приведенных к единице [9]. Образцы с индексом устойчивости, превышающим средний показатель (1,0), отнесены к числу высокоадаптивных форм.

Изучение посевных качеств семян осуществляли по ГОСТам 12038-84, 12042-80, 12044-99. Для определения таксономического состава возбудителей фитопатогенов использовали стандартные методы выделения микромицетов и проращивание семян в рулонах фильтровальной бумаги.

Результаты исследований

Селекционная работа с голозерным овсом в ФИЦ «Немчиновка» была начата в 2004 г. Основным направлением селекции было вовлечение в гибридизацию сортообразцов голозерного овса из коллекции ВИР с пленчатыми сортами Немчиновской селекции. На первом этапе было изучено 140 номеров коллекции ВИР различного географического происхождения – из России, Белоруссии, Европы, США, Канады, Китая, Монголии и Японии [10].

Было установлено, что подавляющая часть образцов голозерного овса из коллекции ВИР по комплексу хозяйственных и биологических свойств значительно уступает показателям пленчатого овса. Несмотря на это, для дальнейшего изучения были использованы несколько десятков номеров, которые включили в скрещивания с хорошо отселектированными, приспособленными к нашим условиям сортами пленчатого овса своей селекции – Скакун, Борец, Аллюр и Козырь. Из сортообразцов голозерного овса в работе использовали Тюменский голозерный и Бег (Белоруссия). Позже состав голозерных форм для скрещиваний был расширен, но полученное потомство из-за низкой продуктивности и поражения пыльной головней было выбраковано.

В последующие годы удалось получить селекционные линии, представляющие практический интерес. Они были вовлечены в скрещивания с новыми сортами пленчатого овса, обладающими устойчивостью к пыльной головне, в результате чего получены перспективные линии, не поражаемые данным патогеном. В настоящее время это направление является ведущим при работе с голозерным овсом [11].

С 2012 г. начаты скрещивания перспективных линий голозерного овса между собой, а также с новыми коллекционными образцами разного эколого-географического происхождения.

За весь период селекционной работы с голозерным овсом накоплен определенный материал перспективных линий голозерного овса. Однако, главным сдерживающим фактором для его продвижения в производство остается низкая, по сравнению с пленчатым, урожайность зерна. Требуют селекционной доработки и разнокачественность семян по крупности и полнота освобождения зерна от пленок при обмолоте (вышелушиваемость).

С 2004 по 2019 гг. было создано 315 гибридных комбинаций с участием сортообразцов голозерного овса. Из сортов пленчатого овса в скрещивания активно вовлекались Лев, Яков, Буланый, ЗАЛП, а из голозерных – Крестьянский местный (Россия), Abel (Германия), Ac Batton, Ac Belmont, Ac Ernie, Ac Zotta и Gehl (Канада), Bullion (Великобритания), Pennline 2005 (США). До конкурсного сортоиспытания в 2012 г. дошли 6 линий голозерного овса. Главным итогом селекции данной культуры к настоящему времени стало внесение в Госреестр селекционных достижений сорта Немчиновский 61 с регионами допуска 2, 3, 5. С 2020 г. на Государственное сортоиспытание по элементам технологии возделывания передан сорт Азиль (линия 57h2396). В составе конкурсного сортоиспытания ежегодно проходят испытания 10 и более перспективных линий голозерного овса (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика линий голозерного овса из конкурсного сортоиспытания 2019 г.

Сорт, линия	Урожайность		Высота растений, см	Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %	Продуктивная кустистость, шт.	Содержание, %	
	т/га	% к пленчатому st.					белка	крахмала
Яков (пленчатый) st.	4,77	-	68,9	43,0	98	1,25	13,5	49,6
Вятский (голозерный) st.	2,60	54,4	71,8	31,8	86	0,93	13,4	65,6
Немчиновский 61	2,95	61,8	67,5	34,2	92	1,18	14,0	65,9
57h2396 (Крест. местн. x 5h1946)	3,42	71,7	71,3	35,4	89	1,04	14,3	65,3
16h2476(32h1962 x Lotta)	3,25	68,1	77,5	36,2	86	0,95	14,9	64,2
52h2467(28h1827 x Abel)	2,97	62,3	63,8	33,8	86	1,11	12,9	69,9
50h2613(15h1946 x Bullion)	3,33	69,8	69,3	32,0	72	1,20	12,8	68,8
66h2618(55h2106 x Pennline)	3,62	75,9	73,5	36,0	76	1,25	13,7	68,8
2h2532(AcBatton x 53h 2035)	3,12	65,4	71,8	34,0	79	1,09	14,2	64,9

Голозерные формы значительно уступают стандарту – сорту пленчатого овса Яков по урожаю зерна, их урожайность составляет 54,4- 75,9 % от уровня сорта Яков. Также заметна разница по всхожести – 98 % у сорта Яков и 72-89 % у линий голозерного овса. Представленные образцы отличаются и меньшей продуктивной кустистостью. Но по содержанию белка и крахмала большинство голозерных линий показали превосходство над сортом Яков – соответственно 13,7-14,9% против 13,5% и 64,2-69,9% против 49,6%.

При сравнении показателей голозерных образцов со стандартом Вятский выявлено, что все они сформировали более высокий урожай зерна – 2,95-3,62 т/га против 2,6 т/га у стандарта. Поскольку данный сорт можно отнести к первой череде голозерных овсов, допущенных к производству, то последние селекционные наработки института свидетельствуют о заметном прогрессе в уровне урожайности голозерного овса. Однако даже лучшая в КСИ-2019 по урожайности зерна селекционная линия 66h2618 сформировала только 75,9 % этого показателя в сравнении с пленчатым сортом Яков. Следует добавить, что данный уровень урожайности зерна у голозерных сортов, в сравнении с пленчатыми, является предельным при приемке на Госсортиспытание.

Для выработки рекомендаций по возделыванию сортов изучались: посевные качества семян, фитосанитарное состояние и адаптивные свойства.

Все годы изучения образцы голозерного овса по посевным показателям уступали пленчатым, хотя в подавляющем большинстве лет (за исключением 2018 и 2019 гг.) были кондиционны по всхожести (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика посевных качеств семян сортообразцов пленчатого и голозерного овса (ср. 2011-2019 гг.)

Годы	Всхожесть, %	Min-max	Масса 1000 зерен, г	Min-max	Всхожесть, %	Min-max	Масса 1000 зерен, г	Min-max
	голозерные				пленчатые			
2011	95	93-98	26,5	23,3-29,4	97	96-97	34,7	29,5-34,9
2012	93	92-98	24,4	22,8-25,9	96	93-97	31,7	23,6-33,6
2013	93	87-95	28,4	25,0-33,9	94	92-97	32,5	29,2-35,2
2014	94	90-96	26,2	22,6-35,0	97	92-98	36,2	38,4-44,4
2015	94	92-98	34,0	29,2-39,6	95	96-100	39,9	37,6-40,4
2016	93	90-98	27,2	26,6-29,1	97	96-99	35,1	31,7-35,9
2017	92	85-97	23,7	28,2-29,6	97	96-99	35,6	33,0-36,9
2018	90	74-94	31,2	29,2-32,8	97	85-98	40,9	39,1-42,8
2019	83	80-89	36,3	35,6-37,0	94	92-98	43,0	41,2-44,7
Ср.	**91,9**		**28,7**		**96,0**		**36,6**	
CV, %	**3,9**		**15,1**		**1,4**		**10,5**	

Средняя всхожесть семян у сортообразцов голозерного овса колебалась от 83 до 95 %, коэффициент вариации (CV) – 3,9%, у пленчатого – от 94 до 97 %, коэффициент вариации (CV) – 1,4%.

Пределы разности по данному показателю у голозерных образцов за данный период составили 5-20 %, у пленчатых – 1-13 %.

Наиболее существенные различия отмечены по массе 1000 семян, которые в среднем на голозерных формах составили 28,7 г на пленчатых – 36,6 г. Коэффициент вариации (CV) составил 15,1% и 10,5% соответственно. Следует отметить, что на ранних этапах селекции не удалось уменьшить разницу между ними, которая составила в среднем 8 грамм. Пределы разности и варьирование по массе 1000 семян у пленчатых и голозерных сортообразцов практически не различались.

Изменчивость показателей всхожести и массы 1000 семян у сортообразцов пленчатого и голозерного овса за период 2011-2019 гг. показаны на рисунке 1.

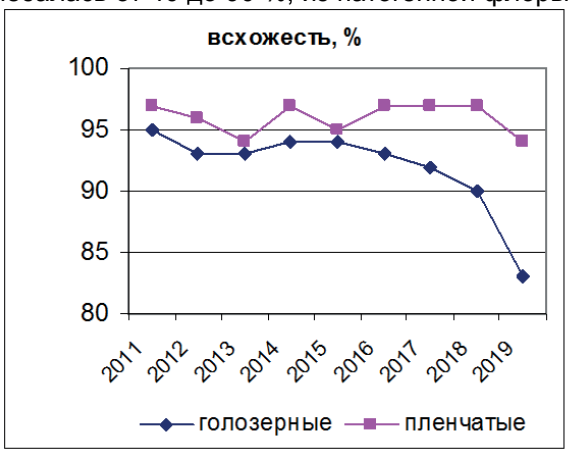
Одной из причин снижения всхожести у голозерных форм является слабо прикрепленный эндосперм и сильно выступающий за сферу семени зародыш, который травмируется и частично выбивается при обмолоте. В связи с чем мы рекомендуем посевы голозерного овса, предназначенные на семенные цели, убирать в щадящем режиме, при скорости работы барабана комбайна не более 900 об/мин.

При уборке посевов, предназначенных на переработку в пищевой или комбикормовой промышленности, с целью достижения большей вышелушиваемости рекомендуем увеличивать число оборотов барабана комбайна до 1300 в минуту и уменьшить зазор между декой и барабаном.

Из-за дефицита уборочной техники и недостаточной мощности сушильно-сортировальных комплексов уборка сортообразцов голозерного овса в 2018-2019 гг. проходила с опозданием против оптимальных сроков на 7-10 дней. Это негативно сказалось на посевных качествах убранных семян. Результаты проведенного нами лабораторного анализа подтверждают выводы, к которым пришли ранее Баталова Г.А. и Вологжанина Е.Н. [12], о том, что задержка с уборкой на 4-7 дней приводит к снижению всхожести, вплоть до потери кондиционности.

В процессе фитоанализа на сортообразцах голозерного и пленчатого овса выявлен комплекс

возбудителей болезней семян, представленный видами как паразитической, так и сапрофитной микрофлоры с наиболее частой встречаемостью представителей родов Fusarium, Pyrenophora, Alternaria, Penicillium и Bacterium. Доминирующее положение в микобиоте семян занимали сапрофитные альтернариозы, заселенность которыми колебалась от 40 до 90 %; из патогенной флоры – фузариозы (1-17 %), в отдельные годы – гельминтоспориозы (10-60 %). Отмечены также представители микромицетов хранения – Aspergillus, Mucor, Rhyzopus, а также виды родов – Stagonospora, Cladosporium, Trichothecium, Acremonium и другие грибы, не играющие существенной роли в патогенезе семян.



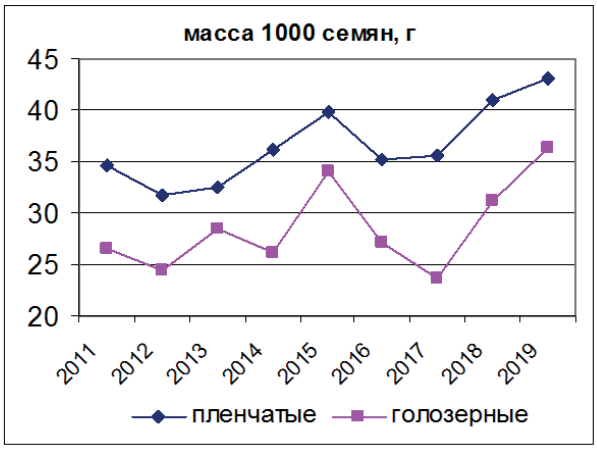


Рис. 1 – Посевные качества семян сортообразцов голозерного и пленчатого овса из выходных питомников, 2011-2019 гг.

Таблица 3 – Сравнительный анализ фитосанитарного состояния семян у сортообразцов голозерного и пленчатого овса (2010-2018) гг.

Годы	Овес посевной	Зараженность фузариозом, %	Общее количество семян, %	
			с патогенной флорой *	из них погибших
2010	голозерный	5	8	6
	пленчатый	2	4	4
2011	голозерный	1	17	7
	пленчатый	3	3	3
2012	голозерный	2	8	6
	пленчатый	4	5	5
2013	голозерный	5	10	6
	пленчатый	2	4	6
2014	голозерный	7	12	5
	пленчатый	4	5	4
2015	голозерный	6	9	4
	пленчатый	2	2	2
2016	голозерный	2	12	6
	пленчатый	5	5	2
2017	голозерный	8	22	6
	пленчатый	3	6	2
2018	голозерный	7	20	10
	пленчатый	5	9	5
Среднее	голозерный	5,0	13,1	6,2
	пленчатый	3,3	4,8	3,7

* – в составе патогенной флоры, кроме фузариозов – возбудители пенициллов, бактериозов и черного зародыша

На образцах голозерного овса отмечен высокий процент гибели семян, причиной которой явились патогенные формы пенициллов и бактериозов и возбудителей черного зародыша. Инфицированность этими фитопатогенами, скорее всего, является следствием нарушения технологий уборки или хранения, в отличие от фузариозов, которые обычно заражают семена во время вегетации или в почве. За период 2011-2019 гг. средняя зараженность патогенной флорой составила 13 % на голозерных и 5 % – на пленчатых сортообразцах, а самый высокий ее уровень отмечен на голозерных формах в 2011, 2017 и 2018 гг. (табл. 3).

Ввиду недостатка сушильно-сортировальной техники некоторые хозяйства практикуют досушивание на корню. Полученные данные однозначно указывают на недопустимость такого «агроприема» при возделывании голозерного овса.

Выявлено, что сорта голозерного овса в большей степени, нежели пленчатые, нуждаются в подавлении внутренней и наружной инфекции, а их протравливание должно стать неотъемлемым агроприемом.

Изучение адаптивности проводили на фонах искусственно моделируемых стрессов в фазе проростков. Лабораторная диагностика на ранних этапах онтогенеза многими исследователями признана эффективной, так как растения в этот период наиболее чувствительны к стресс-факторам, а различия, проявляющиеся между сортами, сохраняются как генетический признак и у взрослых растений [13, 14].

На фоне воздействия стрессовых ситуаций выявлено сильное угнетение ростовых процессов и проявление различной реакции сортов и линий голозерного овса в зависимости от действующего фактора и генетических особенностей изучаемых форм.

Установлено, что обезвоживание растений оказывает негативное влияние на прорастание семян, хлорид натрия вызывает депрессию длины ростков, сульфат алюминия – длины зародышевых корешков.

Определение кумулятивного эффекта (индекс И) позволило дать комплексную оценку общей адаптивности изучаемых сортов и линий овса (табл. 4)

Таблица 4 – Адаптивность сортов овса к искусственно создаваемым стресс-факторам

Линии и их родители	Устойчивость к стрессовым факторам, %			Индекс устойчивости И1+И2+И3
	Обезвожи-ванию И1	засолению И2	закислению И3	
Яков	86	31	79	1,96
Залп	60	43	86	1,89
Буланый	10	36	86	1,32
Азиль	53	18	91	1,62
Немчиновский 61	43	21	72	1,36
Среднее	50,4	29,8	82,8	1,63

Сорта пленчатого овса Яков и Залп характеризовались самым высоким уровнем адаптивности, индекс устойчивости (И) у них превышает средний показатель – 1,63. Среди голозерных сортов лучшие результаты показал Азиль. Сорта Буланый (пленчатый) и Немчиновский 61 (голозерный) по стрессоустойчивости уступают вышеуказанным сортам. Переданный в 2020г. на Государственное сортоиспытание сорт Азиль имеет преимущество перед сортом Немчиновский 61, прошедшим оценку в системе ГСИ по степени адаптивности к стрессовым факторам.

Заключение

В результате исследований получены данные о хозяйственно-биологических особенностях линий голозерного овса, созданных при участии продуктивных сортов местной селекции и образцов коллекции ВИР. Определен лучший исходный материал для использования в селекции голозерного овса, получены данные о качестве посевного материала, генотипических свойствах селекционных номеров, изучено фитосанитарное состояние и адаптивные свойства овса. Выявлены лучшие голозерные образцы, в том числе сорт Немчиновский 61, прошедший оценку в системе ГСИ и сорт Азиль, переданный в 2020 г. на Государственное сортоиспытание.

Список литературы

1.Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса. Зернобобовые и крупяные культуры /Г.А.Баталова. - 2014, № 2. – С. 64-69.

2.Бородина Н.Н, Буянкин В.И., Андриевская Л.П. Голозерный овес для Нижнего Поволжья /Н.Н.Бородина, В.И. Буянкин. - Научно-агрономический журнал, 2016, № 2. - 63-64.

3.Баталова Г.А. и Вологжанина Е.Н. Значение сроков уборки в технологии возделывания голозерного овса на семена. Аграрная наука Евро-Северо-Востока /Г.А.Баталова, Е. Н.Вологжанина. - Киров, 2009, 1 (12)С. - 35-39.

4. Устойчивость сортов зерновых культур к стрессовым факторам. Успехи современного естествознания/Н.А. Боме, Н.Н.Колоколова А.А.Белозерова [и др]. - Пенза, 2006, № С. - 32-33.

5.Иванов М.В. Адаптация растений к ионам алюминия как стратегия современной селекции ярового ячменя/М.В.Иванов // Биогенный интенсивный процесс – перспективное направление в земледелии и растениеводстве на Северо-Западе РФ. Сборник. - Пушкин, 2001. – С. 95-97.

6.Заушинцена А. В., Борисова Ю. В. Основные факторы, ограничивающие технологичность голозерного овса /А.В. Заушинцена,Ю.В.Борисова // Вестник КрасГАУ, 2007, 6 . – С. 75-81.

7. Предварительные итоги селекции голозерного овса /А.Д. Кабашов, А.С.Колупаева, Я.Г.Лейбович [и др.] //Селекция, семеноводство и генетика.- 2018, Т.4,№ 4 (22) – С. 20-24.

8.Кожушко Н.Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур/Н.Н.Кожушко //Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Методическое руководство. Л., 1988. – С. 10-24.

9.Лисицын Е.М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур/ Е.М.Лисицын// В сб.: Доклады РАСХН. 2003, 3 с . -5.

10.Митрофанов К.С., Митрофанова К.С. Овес //К.С. Митрофанов,К.С. Митрофанова . - М., Колос, 1972 с . - 269.

11.Оценка адаптивности сортов и линий яровой пшеницы на фоне искусственно моделируемых стрессов// Л.А.Марченков, Н.В. Давыдова, Р. Ф.Чавдарь [и др.]// Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017, 5. С. - 9-15.

12. Исходный материал в селекции голозерного овса //П.Ф.Магуров, М.И.Дегтярева.,Я.Г. Лейбович [и др.] //В сб.: Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур. Материалы научной конференции. Новоивановское (Немчиновка), 2008 . – С. 228-234.

13.Сверкунов В. К. Голозерные овес и ячмень в Иркутской области /В.К. Сверкунов. - Иркутск, 1950: 60.

14.Семушкина Л.А. Применение анализа изменения ростовых процессов для диагностики солеустойчивости растений/ Л. А.Семушкина,Г.В. Хазова, Г.В.Удовенко //В сб.: Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Л., 1976. – С. 238-343.

15. Robbins, G. S., Y. Pomeranz,Y. and L. W. Briggle, L.W.. Amino acid composition of oat oats. Agricultural. Food Chemistry 1971 № 19. - С. 536-39.

EVALUATION OF LINES OF BARE OATS FOR SEVERAL ECONOMIC AND BIOLOGICAL TRAITS IN THE CONDITIONS OF CENTRAL BLACK EARTH

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

Pavlova Olga V., *candidate of agricultural Sciences, head. laboratory, e-mail: silyanova69@mail.ru*

Chavdar Raisa F. *senior researcher*

Markova Anastasia, *PhD student*

FEDERAL state budgetary institution "Federal research centre "Nemchinovka»

Chebanenko Svetlana I., *candidate of agricultural Sciences, e-mail: svchebanenko@yandex.ru, Of the Russian state agrarian University-MTAA named after K. A. Timiryazev*

The biological and economic properties of the bare oats lines, obtained from crosses both with bare forms and with filmy varieties of local selection were evaluated. Since 2004, more than 140 samples of various origins from VIR collection have been evaluated in search of source material. It was found that the vast majority of the studied genotypes contains a complex of negative characteristics, which were unsuitable for selection. The best results were shown by the crosses of the hulless forms Krestyanskyy Mestny (Russia), Abel (Germany), Ac Batton (and others) with locally created varieties - Lev, Yakov, Bulany, ZALP, with the participation of which a significant material was created for promising lines of bare oats. The main result of this culture selection was the introduction of the Nemchinovsky 61 variety with tolerance regions 2, 3, 5, into the State Register of breeding achievements, and the transfer in 2020 to the State variety test of the Azil variety (line 57h2396). The sowing qualities of seeds of bare and filmy oats varieties, their phytosanitary condition and adaptive properties against the background of artificially created stresses (dehydration with sucrose, salinity with sodium chloride and acidification with aluminum sulfate) were studied, and the differences between the types of oats parameters were determined. The analysis of germination and infection of seeds with Fusarium infection for the period 2011-2019 is thereby presented. A complex of oat seed pathogens with the most frequent occurrence of the genera Fusarium, Pyrenophora, Alternaria, Penicillium and Bacterium was revealed. It has been established, that bare forms are inferior to filmy in all those respects. Against the background of artificially created stresses, the best results in adaptability were shown by the filmy variety Yakov and bare variety Azil.

Key words: *bare oats, line, variety, seed quality, phytosanitary condition of seedsquality, adaptivity.*

Literatura

1.Batalova G.A. Perspektivy i rezul'taty selekcii golozernogo ovsa. Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2014, 2: 64-69.

2.Borodina N.N, Buyankin V.I., Andrievskaya L.P. Golozernyj oves dlya Nizhnego Povolzh'ya. Nauchno-agronomicheskij zhurnal, 2016, 2: 63-64.

3.Batalova G.A. i Vologzhanina E.N. Znachenie srokov uborki v tekhnologii vozdelyvaniya golozernogo ovsa na semena. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. Kirov, 2009, 1 (12): 35-39.

4.Bome N.A., Kolokolova N.N., Belozerova A.A., Voronova N.S., Bome A.YA., Ieronova V.V. Ustojchivost' sortov zernovyh kul'tur k stressovym faktoram. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. Penza, 2006, 4: 32-33.

5.Ivanov M.V. Adaptaciya rastenij k ionam alyuminiya kak strategiya sovremennoj selekcii yarovogo yachmenya. V sb.: Biogennyj intensivnyj process – perspektivnoe napravlenie v zemledelii i rastenievodstve

na Severo-Zapade RF. Pushkin, 2001: 95-97.

6.Zaushincena A. V., Borisova YU. V. Osnovnye faktory, ogranichivayushchie tekhnologichnost' golozernogo ovsa. Vestnik KrasGAU, 2007, 6: 75-81.

7.Kabashov A.D., Kolupaeva A.S., Lejbovich YA.G., Razumovskaya L.G., Filonenko Z.V. Predvaritel'nye itogi selekcii golozernogo ovsa. Selekciya, semenovodstvo i genetika. 2018, T.4, 4 (22): 20-24.

8.Kozhushko N.N. Ocenka zasuhoustojchivosti polevyh kul'tur. Diagnostika ustojchivosti rastenij k stressovym vozdejstviyam. Metodicheskoe rukovodstvo. L., 1988: 10-24.

9.Lisicyn E.M. Metodika laboratornoj ocenki alyumoustojchivosti zernovyh kul'tur. V sb.: Doklady RASKHN. 2003, 3: 5.

10.Mitrofanov K.S., Mitrofanova K.S. Oves. M., Kolos, 1972: 269.

11.Marchenkova L.A., Davydova N.V., CHavdar' R.F., Orlova T.G., Kazachenko A.O., Gracheva A.V., SHirokolava A.V. Ocenka adaptivnosti sortov i linij yarovoj pshenicy na fone iskusstvenno modeliruemyh stressov. Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2017, 5: 9-15.

12.Magurov P.F., Degtyareva M.I., Lejbovich YA.G, Marchenkova L.A., Filonenko Z.V., Razumovskaya L.G. Iskhodnyj material v selekcii golozernogo ovsa. V sb.: Problemy selekcii i tekhnologii vozdelyvaniya zernovyh kul'tur. Materialy nauchnoj konferencii. Novoivanovskoe (Nemchinovka), 2008: 228-234.

13.Sverkunov V. K. Golozernye oves i yachmen' v Irkutskoj oblasti. Irkutsk, 1950: 60.

14.Semushkina L.A., Hazova G.V., Udovenko G.V. Primenenie analiza izmeneniya rostovyh processov dlya diagnostiki soleustojchivosti rastenij. V sb.: Metody ocenki ustojchivosti rastenij k neblagopriyatnym faktoram sredy. L., 1976: 238-343.

15. Robbins, G. S., Y. Pomeranz, Y. and L. W. Briggle, L.W.. Amino acid composition of oat oats. Agricultural. Food Chemistry 1971, 19: 536-39.

УДК: 636.2:636.082.35:636.087.8 ***DOI 10.36508/RSATU.2020.44.58.007***

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОЛИФЕРАКТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ Т- и В-ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ СУХОСТОЙНЫХ КОРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ РАЗНЫХ ДОЗ ТКАНЕВОГО БИОСТИМУЛЯТОРА

ПУШКАРЕВ Иван Александрович, *канд. с.-х. наук, вед. научн. сотрудник лаборатории «Зоотехния», puchkarev.88.-96.@mail.ru*

КУРЕНИНОВА Татьяна Васильевна, *канд. с.-х. нау, ст. научн. сотрудник лаборатории «Зоотехния», kureninova77@inbox.ru*

ШАНЬШИН Николай Васильевич, *канд. вет. Наук, вед. научн. сотрудник лаборатории «Заразные болезни», wniipo@rambler.ru*

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий

АФАНАСЬЕВА Антонина Ивановна, *д-р биол. наук, декан биолого-технологического факультета, Алтайский государственный аграрный университет, antonina59-09@mail.ru.*

В статье приведены результаты исследований, целью которых являлось изучение влияния введения разных доз тканевого биостимулятора на пролиферативную активность Т- и В-систем иммунной системы сухостойных коров. Экспериментальные исследования проведены в 2019 г. в производственных условиях АО «Учхоз Пригородное» Индустриального района г. Барнаула на коровах приобского типа черно-пестрой породы, на последних месяцах стельности. Нами сформированы 4 подопытные группы животных с учетом возраста и молочной продуктивности, предшествовавших сухостойному периоду. Тканевой биостимулятор вводился за 55-60 дней до предполагаемого отела, четырехкратно с интервалом в 14 дней, в разных дозах: коровам опытной группы I – 15 мл/гол., II – 22,5 мл/гол., III – 30 мл./гол. Животным контрольной группы вводили физиологический раствор в дозе 22,5 мл./гол. Опытная партия тканевого биостимулятора изготовлена из субпродуктов и боенских отходов пантовых оленей по запатентованной технологии. В ходе исследований установлено, что введение разных доз тканевого биостимулятора способствует увеличению некоторых гематологических показателей и пролиферативной активности Т- и В-лимфоцитов крови сухостойных коров. Оптимальной дозой применения тканевого биостимулятора является 22,5 мл/гол, что способствует повышению содержания в крови сухостойных коров эритроцитов на 11,1 % (p≤0,05), относительного количества рЕ-РОК – на 7,4 % (p≤0,05), ЕМ-РОК – на 9,6 % (p≤0,01), абсолютного количества бЕ-РОК – на 50,0 % (p≤0,05) и ЕМ-РОК – на 83,0 % (p≤0,01), коэффициента абсолютного числа «индукторов-хелперов» и «киллеров-супрессоров» в крови – на

© Пушкарев И. А., Куренинова Т. В., Шаньшин Н. В., Афанасьева А. И., 2020 г.

53,8 % (p≤0,05) относительно показателей, установленных у животных контрольной группы.

Ключевые слова: *коровы, сухостойный период, тканевый биостимулятор, морфологический состав крови, иммунитет, Т-лимфоциты, В-лимфоциты.*

Введение

Естественная резистентность организма животных имеет одно из решающих значений в поддержании здоровья и продуктивных качеств на высоком уровне. Неблагоприятные факторы внешней среды оказывают ощутимое влияние на иммунную систему животных, состояние которой может изменяться в худшую сторону еще до проявления патологических процессов в организме животных [1].

Период сухостоя у коров характеризуется значительным ростом плода, и поступающие с кормом питательные вещества организм животного расходует преимущественно на его рост и развитие. В результате чего у коров-матерей зачастую регистрируют снижение резистентности. Ослабление иммунитета ведет к росту случаев возникновения заболеваний после отела, которые оказывают негативное влияние на воспроизводительные качества и уровень молочной продуктивности коров [2, 3].

Для коррекции функциональной активности иммунной системы в практике ведения молочного скотоводства применяют разнообразные биостимуляторы, большей частью химического происхождения. Особенностью таких биостимуляторов является то, что их биологическая активность более низкая в сравнении с препаратами, изготовленными из нативного сырья. Стимуляторы на основе природных компонентов содержат в своем составе целый комплекс биологически активных веществ, которые даже в малом количестве способны оказывать ощутимое положительное влияние на физиологическое состояние организма животных. Преимуществом таких биостимуляторов является также их легкодоступность и небольшая стоимость [4-6].

Одними из таких препаратов являются тканевые биостимуляторы. При их введении в организм животных происходит повышение естественной резистентности, нормализуется обмен веществ, улучшается гемопоэз, повышаются продуктивные качества животных [7, 8].

В этой связи целью исследований являлось изучение влияния разных доз тканевого биостимулятра на пролиферативную активность Т- и В-лимфоцитов крови сухостойных коров.

В задачи исследований входило:

1. Определить влияние введения разных доз тканевого биостимулятора на относительное и абсолютное количество Т- и В-лимфоцитов крови сухостойных коров.
2. Рассчитать коэффициент соотношения индукторов-хелперов и киллеров-супрессоров в крови сухостойных коров.
3. Выявить оптимальную дозу тканевого биостимулятора для повышения показателей иммунитета организма сухостойных коров.

Материалы и методы исследований

Экспериментальные исследования проведены в 2019 г. в производственных условиях АО Учхоз «Пригородное» на коровах в период сухостоя приобского типа черно-пестрой породы.

Для проведения исследований (табл. 1) были сформированы 4 группы коров в период сухостоя по 10 голов в каждой, за 55-60 дней до предполагаемого отела в возрасте 3-й лактации и старше, с учетом живой массы и молочной продуктивности, предшествовавшей сухостойному периоду.

Таблица 1 – Схема опыта (n=10)

Группа	Продолжительность опыта, дней	Препарат	Доза, мл	Кратность и интервалы инъекций
Опытная I	60	Тканевой биостимулятор	15,0	Четырехкратно через 14 дней
Опытная II	60	Тканевой биостимулятор	22,5	Четырехкратно через 14 дней
Опытная III	60	Тканевой биостимулятор	30,0	Четырехкратно через 14 дней

Опытную партию тканевого биостимулятора изготовили из субпродуктов и боенских отходов пантовых оленей по запатентованной технологии. Контроль качества на токсичность и реактогенность проводили на белых мышах, ГОСТ 31926-2013 «Средства лекарственные для ветеринарного применения. Методы определения безвредности» и методическим указаниям №115-6А «По бактериологическому контролю стерильности ветеринарных биологических препаратов» от 03.06.1980.

Пробы крови для гематологических и иммунологических исследований проводили дважды: перед началом опыта и на 60-й день эксперимента. Забор крови осуществляли из хвостовой вены в вакуумные пробирки.

Гематологические исследования проб крови проводились в КГБУ «Алтайский краевой ветеринарный центр по предупреждению и диагностике болезней животных» по общепринятым методикам. Иммунологические исследования крови определяли в ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»: относительное количество Т-лимфоцитов (%) – путем подсчета

розеткообразующих лимфоцитов с эритроцитами барана при разных режимах инкубации, В-лимфоцитов – подсчетом розеткообразующих лимфоцитов с эритроцитами мыши. Абсолютное количество Т- и В-лимфоцитов (кл/мм³) и коэффициент отношения «индукторов-хелперов» и «киллеров супрессоров» (%) – расчетным методом.

Достоверно по отношению к контрольной группе при * – p≤0,05; ** – p≤0,01; *** – p≤0,001

Результаты исследований

Результаты исследований влияния введения разных доз тканевого биостимулятора на содержание гемоглобина в крови представлены на рисунке 1.

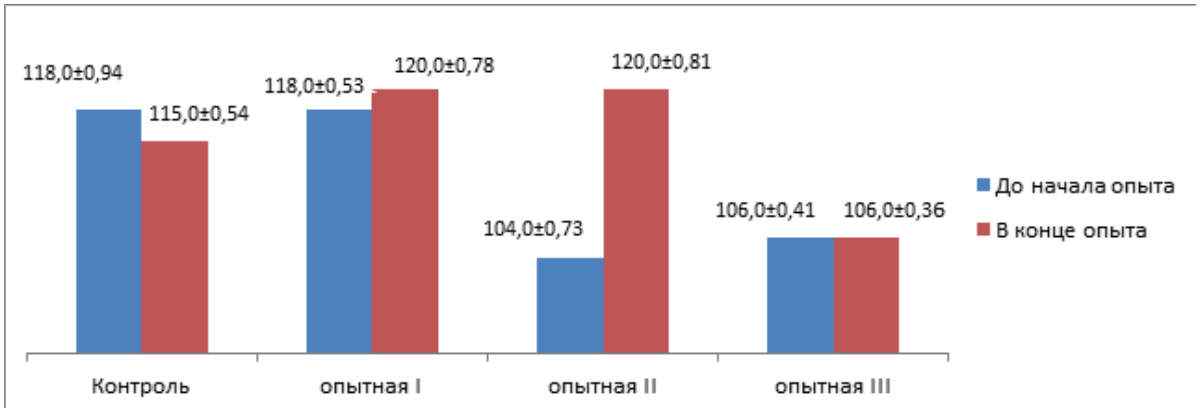


Рис. 1 – Содержание гемоглобина в крови коров в период сухостоя, г/л

Из анализа данных, представленных на рисунке 1, следует, что содержание гемоглобина в крови коров перед началом опыта не имело значимых достоверных различий. После четырехкратного введения тканевого биостимулятора в разных дозах достоверных различий в содержании гемоглобина в крови не выявлено, отмечается лишь тенденция в сторону увеличения рассматриваемого показателя в крови коров опытных групп I и II на 4,3 %. В крови животных опытной группы III концентрация гемоглобина в крови была меньше на 7,9 %. При сравнении уровня гемоглобина перед отелом с началом сухостойного периода выявлено увеличение данного показателя в крови коров опытной группы I на 1,6 %, группы II – на 15,3 %. В крови коров контрольной группы содержание гемоглобина уменьшилось на 2,6 %, у аналогов опытной группы III содержание гемоглобина осталось на прежнем уровне.

Количество эритроцитов в крови коров подопытных групп представлено на рисунке 2.

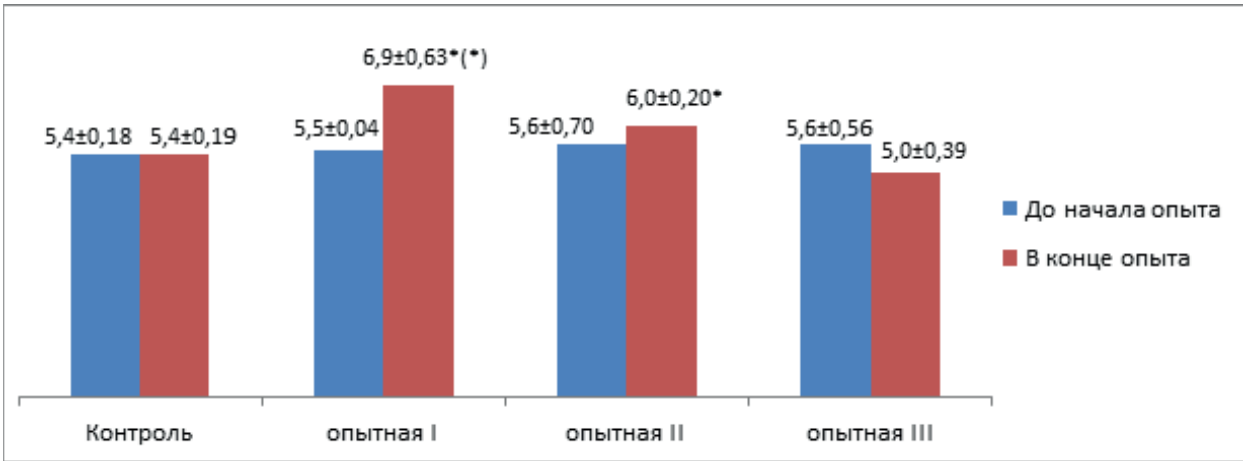


Рис. 2 – Количество эритроцитов в крови коров в период сухостоя, млн.×10^{12}/л

Анализ рисунка 2 позволяет заключить, что количество эритроцитов в крови сухостойных коров опытных групп I и II перед отелом больше на 27,7 % (p≤0,05) и 11,1 % (p≤0,05) соответственно, чем в контроле. В крови коров опытной группы III число эритроцитов ниже на 7,5 %. Эритроциты являются специализированными клетками, функция которых заключается в транспорте кислорода из лёгких к тканям тела и переносе углекислого газа в обратном направлении [10]. В сравнении с исходными данными количество эритроцитов в крови животных опытных групп I и II увеличилось на 25,4 % (p≤0,05) и 7,1 % соответственно, в опытной группе III количество эритроцитов в крови стало меньше на10,8 %, а в контроле данное значение осталось на прежнем уровне.

Количество лейкоцитов в крови коров подопытных групп представлено на рисунке 3.

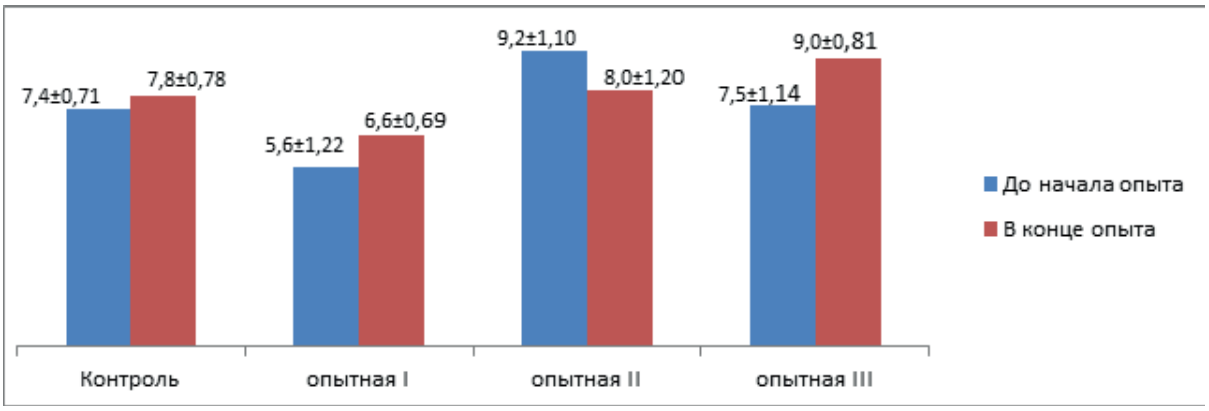


Рис. 3 – Количество лейкоцитов в крови коров в период сухостоя, млн.×10^9/л

Из данных, представленных на рисунке 3, следует, что введение разных доз тканевого биостимулятора коровам в период сухостоя не способствовало увеличению количества лейкоцитов в крови коров опытных групп. Все рассматриваемые показатели морфологического состава крови коров подопытных групп находились в пределах установленных норм.

Результаты исследований по влиянию нового тканевого биостимулятора на относительное содержание Т- и В-лимфоцитов в крови сухостойных коров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Относительное содержание Т- и В-лимфоцитов в крови сухостойных коров, %

Показатель	Группа			
	контроль	опытная I	опытная II	опытная III
тЕ-РОК	30,0±2,29 29,4±1,29	25,9±2,38 26,0±1,99	26,7±8,51 24,3±1,17*	28,3±7,48 27,0±5,42
бЕ-РОК	19,6±1,89 18,5±0,65	20,7±2,25 24,8±1,19*	20,2±1,19 22,9±0,96*	19,8±2,22 24,4±1,02**
рЕ-РОК	22,9±9,90 25,4±0,60	23,9±4,94 29,8±2,53	21,6±3,80 32,8±1,71*	20,3±4,06 28,6±4,53
вЕ-РОК	19,9±4,44 31,6±3,34	24,1±1,13 30,1±3,50	19,1±4,08 22,1±0,42*	21,1±4,67 27,4±1,03
ЕМ-РОК	43,1±2,78 44,0±0,58	42,5±4,36 52,7±5,20	45,3±1,73 53,6±1,43**	43,6±6,28 52,5±0,63***

Примечание: в верхней строке значения за 55-60 дней до отела, в нижней – на 60-й день опыта

Из данных, представленных в таблице 2, следует, что перед началом опыта достоверных различий между животными контрольной и опытных групп по содержанию Т- и В- лимфоцитов в крови не выявлено. В конце сухостойного периода у коров опытных групп I, II и III количество субпопуляции тЕ-РОК в крови снизилось, соответственно, на 3,4 %, 5,1 % (p≤0,05) и 2,4 % в сравнении с контролем. Эти данные свидетельствуют о том, что на завершающей стадии беременности в крови коров опытных групп снижается общее количество недифференцированных в функциональном отношении Т-лимфоцитов (тЕ-РОК), однако растет их функциональная активность, что является компенсаторной реакцией организма на введение тканевых биостимуляторов.

Количество субпопуляции бЕ-РОК в крови животных контрольной группы оказалось меньше, чем у аналогов опытных групп I, II и III на 6,3 % (p≤0,05), 4,4 % (p≤0,05) и 5,9 % (p≤0,01), соответственно. В сравнении с показателями, полученными у животных до введения препарата, содержание субпопуляции бЕ-РОК в крови коров опытных групп увеличилось от 2,7 до 4,6 %, в то время как у животных контрольной группы аналогичный показатель снизился на 1,1 %. Субпопуляция бЕ-РОК является активированными лимфоцитами, функция которых заключается в синтезе молекул цитокинов в случае Т-хелперов, или же лизис пораженных клеток в случае Т-киллеров, другая часть активированных клеток трансформируется в Т-клетки памяти.

После четырехкратного подкожного введения тканевого биостимулятора в дозе 22,5 мл/гол в

крови коров отмечалось увеличение содержания рЕ-РОК на 7,4 % (p≤0,05) в сравнении с аналогами контрольной группы. Пролиферативная активность субпопуляции рЕ-РОК в крови коров опытных групп I и III протекала также более активно на 4,4 и 3,2 %, чем у аналогов интактной группы, что указывает на иммуносупрессивное состояние коров контрольной группы на завершающем этапе сухостойного периода. Относительно начала исследований количество рЕ-РОК в крови животных опытных групп возросло от 2,5 до 11,2 %, что указывает на стимуляцию иммунного ответа.

В то же время содержание вЕ-РОК в крови коров контрольной группы (31,6 %) оказалось выше на 1,5, 9,5 и 4,2 %, чем аналогичный показатель у животных опытных групп I, II и III, соответственно. Установленный факт указывает на высокую иммунологическую нагрузку в организме коров контрольной группы, связанную с уничтожением поврежденных клеток собственного организма в связи с воздействием инфекций или других чужеродных агентов.

Нами установлено, что введение препарата способствовало повышению в крови животных опытных групп количества ЕМ-РОК (В-лимфоциты). Причем более значительное повышение установлено в крови сухостойных коров опытной группы II – на 9,6 % (p≤0,01) в сравнении с аналогичным показателем интактных животных. У коров опытных групп I и III содержание ЕМ-РОК в крови также было выше на 8,7 и 8,5 % (p≤0,001) соответственно, чем у контрольных животных. В сравнении с началом сухостойного периода количество В-лимфоцитов в крови сухостойных коров опытных I, II и III и контрольной групп увеличилось на 10,2, 8,3, 8,9 и 0,9 % соответственно. Значительное повышение В-лимфоцитов в крови животных при использовании тканевого биопрепарата может свидетельствовать об активации и пролиферации клеток гуморального звена иммунной системы у животных опытных групп в сухостойный период.

Абсолютное количество Т- и В-лимфоцитов крови сухостойных коров представлено в таблице 3.

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 3, показал, что перед введением препарата абсолютное количество исследуемых субпопуляций Т-лимфоцитов находилось в пределах от 1,68 до 0,44 кл/мм^3, и В-лимфоцитов – от 1,23 до 1,38 кл/мм^3. Перед отелом абсолютное содержание субпопуляции тЕ-РОК в крови коров опытных групп ниже на 10,0-31,3 % в сравнении с аналогичным показателем у животных контрольной группы.

Таблица 3 – Абсолютное содержание Т-и В-лимфоцитов крови сухостойных коров, кл/мм^3

Показатель	Группа			
	контроль	опытная I	опытная II	опытная III
тЕ-РОК	1,68±0,302 0,80±0,141	0,88±0,263 0,55±0,181	0,71±0,258 0,72±0,109	1,08±0,081 0,71±0,204
бЕ-РОК	0,85±0,115 0,50±0,117	0,90±0,267 0,60±0,188	0,54±0,064 1,02±0,119*	0,93±0,236 0,57±0,093
рЕ-РОК	1,43±0,759 0,95±0,467	1,12±0,350 1,13±0,202	0,63±0,033 1,24±0,127	0,93±0,152 1,26±0,071
вЕ-РОК	0,68±0,088 0,70±0,280	0,82±0,308 0,60±0,067	0,44±0,082 0,62±0,038	0,81±0,204 0,66±0,098
ЕМ-РОК	1,26±0,220 1,00±0,152	1,23±0,345 1,25±0,282	1,24±0,131 1,83±0,023**	1,38±0,254 1,59±0,141*

Примечание: в верхней строке значения за 55-60 дней до отела, в нижней – на 60-й день опыта

Наибольшую пролиферативную активность субпопуляции бЕ-РОК отмечали в крови коров опытной группы II (1,02 кл/мм^3) – на 50,0 % (p≤0,05) больше, чем у аналогов интактной группы. У коров опытных групп I и III по рассматриваемый показатель был выше на 20,0 и 14,0 %, соответственно, чем у животных контрольной группы.

Абсолютное количество рЕ-РОК в крови животных опытных групп на 18,9-32,6 % превышало аналогичный показатель коров контрольной группы. В сравнении с исходными значениями количество циркулирующих в периферической крови субпопуляции рЕ-РОК у животных опытных групп II и III увеличилось на 50,0 и 35,4 %, в то время как у коров опытной группы I рассматриваемый показатель остался практически на прежнем уровне; в контроле снизился на 40,0 %.

Четырехкратное введение нового тканевого биостимулятора стельным коровам способствовало повышению содержания абсолютного количества В-лимфоцитов в опытной группе I на 25,0 %, в группе II – на 83,0 % (p≤0,01), III – на 59,0 % (p≤0,05) в сравнении с аналогичным показателем животных контрольной группы.

Коэффициент соотношения абсолютного количества «индукторов хелперов» и «киллеров супрессоров» представлен на рисунке 4.

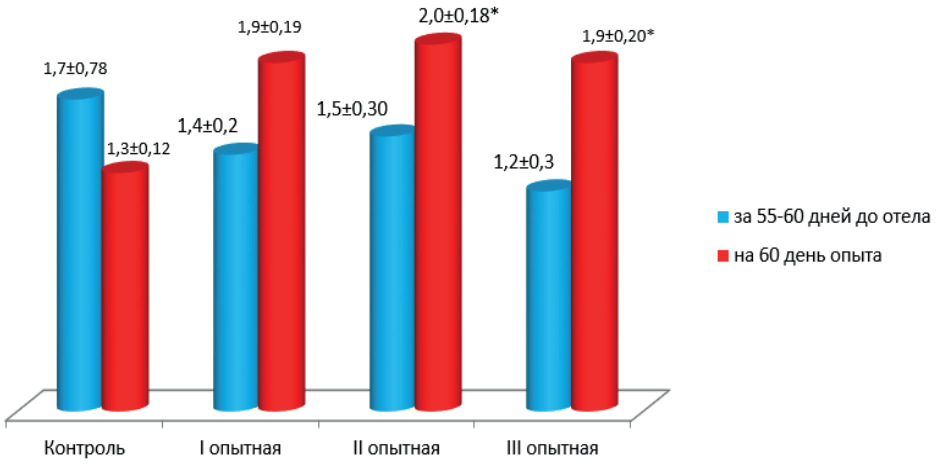


Рис. 4 – Коэффициент абсолютного соотношения «индукторов-хелперов» и «киллеров супрессоров» в крови сухостойных коров, ед.

Сравнительный анализ коэффициентов абсолютного соотношения «индукторов-хелперов» и «киллеров-супрессоров» у животных экспериментальных групп показал, что перед началом опыта этот показатель варьировал в пределах от 1,2 до 1,7 ед. и не имел статистически достоверных различий. После введения тканевого биостимулятора в различных дозах рассматриваемый показатель оказался выше на 46,1 %, 53,8 % (p≤0,05) и 46,1 % (p≤0,05) у коров I, II, III опытных групп I, II, III, соответственно, в сравнении с аналогичным показателем в контроле. При сравнении соотношения «индукторов-хелперов» и «киллеров-супрессоров» с началом опыта выявлено, что данный показатель в контрольной группе животных снизился на 23,6 %, а у аналогов опытных групп увеличился на 33,3-58,3 %, что указывает на активность гуморального звена иммунитета коров опытных групп в сравнении с контролем.

Проведенные исследования показали, что характер повышения пролиферативной активности Т- и В-лимфоцитов крови коров в период сухостоя зависит от дозы тканевого биостимулятора. Полученные результаты согласуются с исследованиями других авторов, в частности, при применении препарата «Гамавит» отмечали увеличение в крови сухостойных коров общего количества Т- и В-лимфоцитов [11]. Повышение в пределах физиологической нормы функциональной активности Т- и В-систем иммунитета коров в период сухостоя способствует снижению случаев возникновения послеродовых заболеваний, повышению воспроизводительных качеств животных, рождению жизнеспособного молодняка, обладающего большей энергией роста [12, 13].

Заключение

Таким образом, анализ проведенных исследований позволяет сделать заключение о том, что оптимальной дозой тканевого биостимулятора можно считать- 22,5 мл/гол, которая способствует увеличению содержания в крови сухостойных коров эритроцитов на 11,1 % (p≤0,05), относительного количества рЕ-РОК на 7,4 % (p≤0,05), ЕМ-РОК на 9,6 % (p≤0,01), абсолютного количества бЕ-РОК на 50,0 % (p≤0,05) и ЕМ-РОК на 83,0 % (p≤0,01); способствует наибольшему увеличению коэффициента абсолютного числа «индукторов-хелперов» и «киллеров-супрессоров» в крови на 53,8% (p≤0,05).

Список литературы

1. Шкуратова И.А. Влияние «Видаптина» на естественную резистентность сухостойных коров и их потомства / И.А. Шкуратова, И.М. Донник, В.К. Невинный, А.Д. Шушарин [и др.] // Ветеринария. – 2007. – №7. – С. 14-15.

2. Ибишов Д.Ф. Влияние «Гувитана-С», «Витадаптина» и «Гермевита» на естественную резистентность сухостойных коров / Д.Ф. Ибишов, С.Л. Расторгуева, С.В. Поносов [и др]// Аграрный вестник Урала. – 2012. – №5(97). – С. 63-64.

3.Влияние добавки гумитона на некоторые показатели спецефического иммунитета у коров с патологией отелов, эндометритами и маститами / С.Н. Удинцев, Н.М. Белоусов, Т.П. Желякова, П.А. Кравецкий // Достижения науки и техники АПК. – 2010. - №9. – С. 45-47.

4.Новая кормовая добавка на основе торфа и эффективность ее применения в животноводстве / В.Н. Заяц, А.В. Кветковская, М.А. Надаринская,[др] // Природопользование. – 2009. – №16. – С. 236-240.

5. Халикова А.М. Влияние Гувитана-С на некоторые биохимические показатели крови коров / А.М. Халикова // Достижение вузовской науки. – 2013. – №7. – С. 31-35.

6. Топурия Л.Ю. Иммунологические показатели у телят под действием хитозана / Л.Ю. Топурия // Аграрная наука. – 2005. – №7. – С.28-29.

7. Пономарев О.В. Влияние биогенных стимуляторов на интерьерные и продуктивные показатели молодняка свиней: автореф. дис. канд. биол. наук./О.В.Пономарев. – Элиста. – 2003. – 26 с.

8. Мамбетова М.М. Продуктивность молодняка буйвалов при использовании биогеного стимулятора СИТР: автореф. дис. канд. с.-х. наук /М.М.Мамбетова– Черкесск. – 2012. – 21 с.

9. Бакшеев А.Ф. Становление, породные особенности и возможности коррекции иммунной системы у свиней / : автореф. дис. д. биол. Наук /А.Ф.Бакшеев – Новосибирск, 1998. – 38 с.

10. Бурцева С.В. Современные биологические и биохимические методы исследований в зоотехнии / С.В. Бурцева, О.Ю. Рудишин . - Барнаул: изд-во АГАУ. – 2014. – 215 с.

11. Топурия Г.М. Иммунный статус крупного рогатого скота при применении Гамавита / Г.М. Топурия, Л.Ю. Топурия. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1(29). – 69-71 с.

12. Топурия Л.Ю. Применение препаратов тимуса для коррекции иммунодефициты состояний у животных / Л.Ю. Топурия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. - № 3(11). – 64-66 с.

13. Яблонская О.В. О взаимосвязи воспроизводительной способности коров с их иммунным статусом / О.В. Яблонская // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья живот-ных: докл. Междунар. научн.-производ. конф.- Воронеж, 2009. - С.388-393.

MORPHOLOGICAL COMPOSITION AND PROFILE ACTIVITY OF T- AND B-LYMPHOCYTES OF BLOOD OF DRY-PROOF COWS WITH THE INTRODUCTION OF VARIOUS DOSES OF TISSUE BIOSTIMULATOR

Pushkarev Ivan A., *candidate of agricultural sciences Sci. Leading Researcher at the Zootechny Laboratory, puchkarew88.-96. @mail.ru*

Kureninova Tatyana V., *candidate of agricultural sciences Senior Researcher at the Zootechny Laboratory, kureninova77@inbox.ru*

Shanshin Nikolay V., *K.V. Sci. Leading Researcher at the Laboratory of Infectious Diseases, wniipo@ rambler.ru*

Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnology

Afanasyeva Antonina I., *d. Dean of the Faculty of Biology and Technology, Altai State Agrarian University, antonina59-09@mail.ru*

The article presents the results of studies whose purpose was to study the effect of the introduction of different doses of tissue biostimulant on the prophylactic activity of T- and B-systems of immunity of dry cows. The experiment was carried out in 2019 under the production conditions of Uchkhoz Prigorodnoye JSC in the Industrial District of Barnaul on cows of the acquired type of black-motley breed during the dry period. We have formed 4 experimental groups of animals. In the selection, which took into account the age and milk productivity preceding the dry period. Tissue biostimulant was administered during dead time 55-60 days before the expected calving, four times with an interval of 14 days, in different doses in the experimental I - 15 ml / goal., In II – 22,5 ml / goal, in III - 30 ml / goal. In the control, physiological saline was used at a dose of 22,5 ml / goal. An experimental batch of tissue biostimulator was made from offal and slaughter reindeer waste using a patented technology. In the course of the experiment, it was found that the introduction of different doses of tissue biostimulant increases the proliferative activity of blood T and B lymphocytes of dry cows. However, the most optimal dose for using a tissue biostimulant is 22,5 ml / goal, which contributes to the greatest increase in the blood content of dry cows of erythrocytes by 11,1 % (p≤0,05) the relative amount of pE-ROCK by 7,4 % (p≤0,05), EM-ROCK by 96 % (p≤0,01), the absolute amount of BE-ROCK by 50,0 % (p≤0,05) and EM-ROCK by 80,0 % (p≤0,01), the largest increase in the absolute number coefficient of "inductors- helpers "and" killer-suppressors "in the blood by 53,8 % (p≤0,05), relative to indicators established in animals of the control group.

Key words: *cows, dry period, tissue biostimulant, morphological composition of blood, immunity, T-lymphocytes, B-lymphocytes.*

Literatura

1. SHkuratova I.A. Vliyanie «Vidaptina» na estestvennuyu rezistentnost' suhostojnyh korov i ih potomstva / I.A. SHkuratova, I.M. Donnik, V.K. Nevinnyj, A.D. SHusharin, N.A. Vereshchak, M.V. Ryaposova, I.P. Belyaev, E.V. Sbitnev // Veterinariya. – 2007. – №7. – S. 14-15.

2. Ibishov D.F. Vliyanie «Guvitana-S», «Vitadaptina» i «Germevita» na estestvennuyu rezistentnost' suhostojnyh korov / D.F. Ibishov, S.L. Rastorgueva, S.V. Ponosov, YU.N. Suhanov, E.F. Fatihova, I.A. Rubinskij, O.V. Poslyhalina // Agrarnyj vestnik Urala. – 2012. – №5(97). – S. 63-64.

3. Udincev S.N. Vliyanie dobavki gumitona na nekotorye pokazateli speceficheskogo immuniteta u korov s patologiej otelov, endometritami i mastitami / S.N. Udincev, N.M. Belousov, T.P. ZHelyakova, P.A. Kraveckij // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2010. - №9. – S. 45-47.

4. Zayac V.N. Novaya kormovaya dobavka na osnove torfa i effektivnost' ee primeneniya v zhivotnovodstve / V.N. Zayac, A.V. Kvetkovskaya, M.A. Nadarinskaya, O.G. Galushko, G.V. Naumova, A.E. Tomson, N.L. Makarova, T.F. Ovchinnikova // Prirodopol'zovanie. – 2009. – №16. – S. 236-240.

5. Halikova A.M. Vliyanie Guvitana-S na nekotorye biohimicheskie pokazateli krovi korov / A.M. Halikova // Dostizhenie vuzovskoj nauki. – 2013. – №7. – S. 31-35.

6. Topuriya L.YU. Immunologicheskie pokazateli u telyat pod dejstviem hitozana / L.YU. Topuriya // Agrarnaya nauka. – 2005. – №7. – S.28-29.

7. Ponomarev O.V. Vliyanie biogennyh stimulyatorov na inter'ernye i produktivnye pokazateli molodnyaka

svinej: avtoref. dis. kand. biol. Nauk. – Elista. – 2003. – 26 s.

8. Mambetova M.M. Produktivnost' molodnyaka bujvalov pri ispol'zovanii biogenogo stimulyatora SITR: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk. – CHerkessk. – 2012. – 21 s.

9. Baksheev A.F. Stanovlenie, porodnye osobennosti i vozmozhnosti korrekcii immunnoj sistemy u svinej / Baksheev Anatolij Filippovich: avtoref. dis. d. biol. nauk. – Novosibirsk, 1998. – 38 s.

10. Burceva S.V. Sovremennye biologicheskie i biohimicheskie metody issledovanij v zootekhnii / S.V. Burceva, O.YU. Rudishin // Barnaul: izd-vo AGAU. – 2014. – 215 s.

11. Topuriya G.M. Immunnyj status krupnogo rogatogo skota pri primenenii Gamavita / G.M. Topuriya, L.YU. Topuriya. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 1(29). – 69-71 s.

12. Topuriya L.YU. Primenenie preparatov timusa dlya korrekcii immunodeficity sostoyanij u zhivotnyh / L.YU. Topuriya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2006. - № 3(11). – 64-66 s.

13. YAblonskaya O.V. O vzaimosvyazi vosproiz-voditel'noj sposobnosti korov s ih immunnym statusom / O.V. YAblonskaya // Sovremennye problemy veterinarnogo obespecheniya reproduktivnogo zdorov'ya zhivotnyh: dokl. Mezhdunar. nauchn.-proizvod. konf.- Voronezh, 2009. - S.388-393.

УДК: 636.3.087.72: 612.3

DOI 10.36508/RSATU.2020.19.89.008

ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РУБЦЕ ОВЕЦ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

РЫКОВ Роман Анатольевич, *ст. научн. сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», brukw@bk.ru*

Цель исследования состояла в изучении влияния водоросли Spirulina Platensis, органического йода и протеина микробиологического синтеза на физические параметры химуса, ферментативные процессы пищеварения и микробиоту рубца. Исследования проводились методом групп- периодов (контрольный и опытный, n=6) на овцах с фистулами рубца. В контрольный период животные получали основной рацион. В опытный – к основному рациону добавляли биологически активную смесь по 5 г в сутки, состоящую из органического йода, сухой биомассы микроводорослей Spirulina Platensis и сухих пивных ростков в качестве наполнителя, в пропорции 40, 6 и 54 % соответственно, и протеин микробиологического синтеза по 30 г в сутки. Отмечали повышение pH химуса в опытный период до кормления на 0,19 по сравнению с контрольным. Через 3 часа после кормления pH химуса снизился до 6,62, в контрольный период также произошло снижение pH после кормления, но оставался более высоким и составил 6,85. ОВП до кормления в оба периода были практически равными, лишь после кормления в контрольный период ОВП повысился на -0,25 мВ, в то время как в опытный период он снизился на -72 мВ в нейтральную сторону. В опытный период ТБК-окисленность химуса была ниже, чем в контрольный период. Содержание аммиака в рубце в опытный период до кормления оказалось выше на 15,6 %, а после кормления выше на 4,8 % по сравнению с контрольным. В опытный период после кормления произошел значительный прирост массы бактерий и массы инфузорий. Применение в питании овец микробного протеина в сочетании со Spirulina Platensis и органическим йодом позволяет нормализовать физические параметры жидкой фазы химуса и значительно повысить уровень микробиальной массы.

Ключевые слова: *овцы; рубец; ферментативные, микробиальные процессы; физиологически активные вещества.*

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований МИНОБРНАУКИ РОССИИ, номер государственного учета НИОКТР АААА-А18-118021590136-7.

Введение

В рубце – самой большой камере сложного желудка жвачных, используется 70-85 % переваримого сухого вещества рациона, что подчеркивает его важность. Рубец можно рассматривать как большую бродильную камеру, обеспечивающую подходящую среду для непрерывного развития популяции микроорганизмов. Постоянство условий в рубце достигается благодаря регулярному поступлению субстрата для микроорганизмов с

© Рыков Р. А., 2020

кормом, всасыванию через стенку рубца в кровь растворимых продуктов их жизнедеятельности, устойчивой температурой среды за счет терморегулирующих механизмов организма, выработке большого количества слюны. Важную роль приобретает создание в рубце нормальных условий для оптимального протекания микробиологических процессов.

Одним из важных направлений в питании жвачных животных является изучение влияния на процессы пищеварения в рубце различных кормовых продуктов и биологически активных веществ с различными функциональными свойствами и разработка на их основе способов корректирования и управления этими процессами [1-3].

Растительные корма, в том числе грубые, содержат много трудноперевариваемой клетчатки. В связи с отсутствием пищеварительных желез в рубце переваривание сухого вещества происходит без участия пищеварительных ферментов. Расщеплению клетчатки и других веществ корма способствуют ферменты, выделяемые микроорганизмами, содержащимися в преджелудке. В основном в рубце развиваются простейшие и бактерии. Слегка пережеванная пища скапливается в рубце и подвергается ферментативной и механической обработке, брожение усиливается после повторного пережевывания жвачки и смачивания ее слюной, имеющей слегка щелочную реакцию. В зависимости от поступающего корма меняется и видовой состав микроорганизмов. Простейшие рубца (инфузории) попадают в организм с кормом и быстро размножаются. Микроорганизмы взаимодействуют между видами, и активное развитие одних видов может стимулировать или тормозить размножение других. Бактерии и инфузории расщепляют крахмал. В рубце жвачных крахмал легко сбраживается с образованием летучих и нелетучих жирных кислот. Бактерии воздействуют на крахмал с поверхности. Инфузории переваривают крахмал, захватывая его зерна. Бактерии и инфузории накапливают внутриклеточный полисахарид гликоген, расщепляя крахмал, а также амилопектин, который медленно и длительно сбраживается, что предупреждает возникновение интенсивного брожения и способствует сохранению постоянства биохимических условий в рубце при поступлении свежего корма. Простейшие измельчают и разрыхляют корм, делая его более доступным для бактериальных ферментов. Кроме того, переваривая белки, крахмал и сахара, накапливают в своем теле полисахариды. Инфузории синтезируют белковые структуры своего организма, используя для своей жизнедеятельности азот растительного происхождения. Считается, что бактериальная фракция преджелудка синтезирует витамины группы В, а также содержит все незаменимые аминокислоты. Кроме того, микроорганизмы важны не только из-за расщепления ими корма в преджелудке. За счет микроорганизмов животные в сутки могут получать до 400 г полноценного белка и удовлетворять свою суточную потребность в нем на 20-30 %. В процессе жизнедеятельности микроорганизмы синтезируют белки своего тела. Микроорганизмы перевариваются и используются организмом животного, продвигаясь вместе с содержимым по пищеварительному тракту, доставляя ему более полноценный белок по сравнению с тем, который был получен с кормом. Биологическая ценность белка бактерий оценивается в 65 %, а белка простейших – в 70 %. Кроме того, в рубце жвачных под действием ферментов микроорганизмов белки корма расщепляются до пептидов, аминокислот, а затем до аммиака. Часть белка можно заменять синтетической мочевиной, так как микроорганизмы рубца могут использовать не только белок, но и небелковые азотистые вещества.

Российские и зарубежные исследователи занимаются разработкой способов оптимизации пищеварительных процессов в рубце жвачных животных с целью повышения переваримости, использования питательных веществ кормов рационов [4-7]. Комплексное использование физиологически активных веществ в питании жвачных с этой целью также показано в работах исследователей [8,9].

Биомасса спирулины в разном виде (натуральном или сухом), применяется в животноводстве в качестве источника микронутриентов и физиологически активных веществ. Являясь источником полноценных белков, аминокислот, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, эссенциальных жирных кислот водоросли спирулины (Spirulina Platensis) активируют обменные процессы в организме, увеличивают усвояемость витаминов и микроэлементов, способствуют нормализации состава и функциональной активности микрофлоры кишечника, обладают бактерицидным эффектом [10,11]. Отмечены эффекты положительного влияния спирулины на показатели неспецифического иммунитета, деятельность сердечно-сосудистой системы в организме животных и человека. Исследователи отмечали способность спирулины связывать и выводить из организма ксенобиотики. Ценным является то, что большая часть макро- и микроэлементов находится в спирулине в форме органических соединений, образующих хелатные комплексы с аминокислотами и полипептидами, что облегчает их усвоение животным организмом [12,13].

Йод – микроэлемент, принимающий участие во многих биологических процессах в организме через гормоны щитовидной железы, а органическая его форма имеет лучшую усвояемость в организме [14,15]. Щитовидная железа активно концентрирует йодид из циркулирующей крови и преобразует его в органически связанный йод и тиреоидные гормоны, а также служит в качестве депо для тиреоидных гормонов. В крови циркулирует небольшое количество свободного йода, а главная масса его находится в составе тироксина и других соединений, которые в связанном виде с белками, альбуминами и альфа-глобулинами образуют связанный с белком йод (СБЙ) крови. В СБЙ крови тироксин составляет основное количество (80-90 %).

Протеин является важным лимитирующим элементом питания жвачных животных. В кормлении

жвачных протеин разделяют на две фракции: расщепляемый в рубце и не расщепляемый в рубце, или защищённый, протеин. Лишь незначительная часть потребляемого с кормом протеина не расщепляется микробиологическим путём в рубце, это количество в зависимости от состава рациона составляет от 65 % до 85 % сырого протеина. Микроорганизмы рубца расщепляют протеин до небольших пептидов, аминокислот и аммиака, которые в свою очередь могут быть использованы для синтеза микробиального белка, синтез которого ограничен скоростью прохождения корма через рубец. Микробный белок, образующийся в рубце жвачных, обладает высокой биологической ценностью и обеспечивает 30-50% суточной потребности животного в белке. Для высокопродуктивных жвачных животных синтезированного в рубце микробного протеина недостаточно.

Интересным с практической точки зрения является изучение комплексного использования в питании жвачных животных спирулины, йода и протеина микробиологического синтеза.

Цель данного исследования состояла в изучении ферментативных и микробиальных процессов в рубце овец при комплексном использовании водоросли spirulina platensis, органического йода и протеина микробиологического синтеза.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в условиях физиологического двора ФГБНУ ФНЦ- ВИЖ им. Л.К.Эрста на 6 овцах романовской породы и гибридов романовская х архар, прооперированных с наложением фистул рубца. Эксперимент проводили методом групп-периодов в 2 периода по 14 дней каждый. 1-й период был контрольным, животные получали основной рацион (ОР); 2-й – опытный, когда в ОР овец включали биологически активную смесь (БАС) по 5 г/гол/сут. Смесь состояла из гранулированной массы органического йода, содержащей в 1г 0,5 мг йода, сухой биомассы микроводорослей *Spirulina Platensis,* сухих пивных ростков в качестве наполнителя в пропорции 40, 6 и 54 %, соответственно, и протеина микробиологического синтеза (ПМС) по 30 г/гол/сут. ОР овец состоял из 1,5 кг сена, 0,4 кг стандартного комбикорма для овец – ОК-81-2 общей питательностью 13,2 МДж ОЭ (1,32 ЭКЕ) с содержанием 180 г протеина, 40 г жира, 380 г клетчатки.

Протеин микробиологического синтеза получен из дрожжей сахаромицетов (Saccharomyces), выращенных на сельскохозяйственных целлюлозосодержащих отходах (зерноотходы, отруби, солома, лузга и т.п.).

Пробы рубцового содержимого отбирали у животных в конце эксперимента в динамике – до кормления и через 3 часа после его начала. Исследование содержимого рубца проводилось по следующим методикам: аммиачный азот – микродиффузным методом по Конвею; амилолитическая активность – фотометрическим методом; pH – на приборе Аквилон 410; количество биомассы простейших и бактерий – методом дифференцированного цетрифугирования; общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции на аппарате Маргама; ОВП – на приборе ОВМетре; окисленность – по Н. Крыловой и Ю. Лясковской.

Экспериментальная часть

В наших исследованиях включение в рацион овец физиологически активных веществ оказало заметное и характерное влияние на физические параметры химуса, ферментативные процессы пищеварения и микробиоту.

Протекаемые в рубце сложные ферментативные и микробиальные процессы требуют создания в этой камере желудка определенных условий среды. Это очень важно, поскольку уровень и интенсивность данных процессов влияют на эффективность использования энергии и питательных веществ корма у жвачных.

Водородный показатель, или pH, является параметром рубца, который количественно определяет состояние кислотности и щелочности рубца и характеризует состояние ферментации. Этот фактор определяет здоровье рубца, микробную стабильность и сдвиг, а также является предпосылкой для оптимальной микробной пролиферации. Учет этого показателя может быть использован для прогнозирования типа рациона, скармливаемого животным, и степени его увеличения или уменьшения – для прогнозирования скорости ферментации. На pH рубца влияют соотношение грубых кормов и концентратов, их тип, физическая форма кормов, влажность кормов, уровень жира в рационе, способ кормления. В свою очередь pH рубца влияет на все аспекты функции рубца жвачных животных, а также здоровье организма в целом.

Реакция содержимого рубца в зависимости от рациона может быть слабокислой или слабощелочной, поддерживаясь в пределах pH 6,5-7,4, что является главным условием развития микроорганизмов и течения биохимических процессов в данной камере сложного желудка. Снижение pH рубца неблагоприятно прежде всего для развития целлюлозолитических бактерий. Значения pH рубцового содержимого ниже 5,0 или выше 7,8 единиц губительны для реснитчатых простейших [16]. pH рубца ниже 5,5 негативно влияет на рост и развитие микроорганизмов и, как следствие, вызывает снижение потребления сухого вещества рациона.

Исследование рубцового содержимого, отобранного у животных, показало, что pH химуса в опытный период до кормления составил 7,19 и был выше на 0,19, чем в это же время в контрольном периоде. Снижение уровня pH после кормления связано с интенсификацией процессов брожения и образования кислых метаболитов в рубце в виде летучих жирных кислот. Через 3 часа после кормления в опытный период pH химуса снизился на 0,57 и составил 6,62, что является физиологически оптимальным, в то время как в контрольный период pH после кормления также снизился, но оставался более высоким и составил 6,85.

ОВП химуса в период наблюдений как в контрольном, так и в опытном периодах был в зоне восстановительного потенциала, что благоприят-

но влияет на развитие микроорганизмов и пищеварительные процессы. До кормления значения ОВП в оба периода были практически равными, но после кормления в контрольный период ОВП повысился на -0,25 мВ и составил -387 мВ, в то время как в опытный период он снизился на -72 мВ в нейтральную сторону и составил -280 мВ.

Окисленность химуса в опытный период по тесту ТБК как до кормления, так и после кормления была ниже, чем в контрольный период на 42,1 и 18,4 % соответственно, что положительно отражает состояние пищеварительных процессов в рубце.

Важным показателем состояния переваривания углеводов является содержание в химусе летучих жирных кислот (ЛЖК). ЛЖК, являясь для жвачных животных основным источником энергии, возникают в рубце в основном в результате сбраживания углеводов корма. Как общее количество ЛЖК, так и соотношение отдельных кислот ферментации, также как и pH, зависят от состава рациона. В рубце происходит как образование ЛЖК, так и их всасывание. Причем скорость всасывания различная у разных кислот и зависит от концентрации кислоты и pH рубца. Основная масса летучих жирных кислот приходится на долю уксусной и пропионовой, и их соотношение в содержимом рубца зависит от структуры рациона, содержания в нем белка, крахмала и легкопереваримых углеводов. В нашем эксперименте общее содержание ЛЖК до и после кормления в опытный период было ниже, чем в контрольный на 13,4 и 5,4 % соответственно. Однако количество их образования в период после кормления в опытный период было выше, чем в контрольный на 0,50 ммоль/100 мл или на 11,6 %. Эти данные согласуются и с повышенной амилолитической активностью в опытный период на 0,65 Е/мл или на 3,6 % по отношению к контрольному (табл.1).

Наиболее значительные различия между периодами наблюдались в содержании аммиака в химусе. Известно, что под действием протеолитических ферментов микроорганизмов рубца белковые компоненты корма расщепляются с образованием пептидов и аминокислот. Последние, в свою очередь, подвергаются воздействию дезаминаз с образованием аммиака. Аммиачный азот является основным источником азота для микробного роста и синтеза микробного белка в рубце, который имеет высокую биологическую ценность для организма животного-хозяина. Излишки аммиака всасываются через стенки рубца и попадают в печень.

В период до кормления в опытный период содержание аммиака в химусе было ниже, чем в контрольный на 15,6 % а после – выше на 4,8 %, что явилось результатом интенсивного его образования в период после кормления в опытный период, которое составило 176,9 % против 143,6 % соответственно в опытный и контрольный периоды. Эти данные могут указывать на недостаточную интенсивность его утилизации как путем всасывания в кровь, так и использованием микробиотой химуса.

Таблица 1 – Ферментативные процессы в рубце овец

Периоды	До кормления	Через 3 часа после кормления	Динамика	
			±	%
pH				
Контрольный	7,00±0,09	6,85±0,09	-0,15	-
Опытный	7,19±0,08	6,62±0,06	-0,57	-
Опыт: контроль, ±	+0,19	-0,23	0,42	-
ОВП, мВ				
Контрольный	-360±-20,5	-387±-10,3	+ (-)27	-
Опытный	-352±-13	-280±-31	-(-)72	-
Опыт: контроль: ±	-8	-107	-	-
Окисленность, ТБК АП. ед.экс..				
Контрольный	0,749±0,054	0,524±0,037	-0,225	69,9
Опытный	0,434±0,039	0,428±0,034	-0,06	98,6
Опыт: контроль: ±	-0,315	-0,096	-0,165	-
%	57,9	81,6	-	-
ЛЖК, ммоль/100мл				
Контрольный	7,07±0,21	8,62±0,38	+1,55	121,9
Опытный	6,11±0,32	8,16±0,19	+2,05	133,5
Опыт: контроль ±	-0,96	-0,46	+0,50	+11,6
%	86,4	94,6	-	-
Аммиак, мг/%				
Контрольный	12,13±1,33	17,42±0,50	+5,29	143,6

Опытный	10,24±1,34	18,12±1,74	+7,88	176,9
Опыт:контроль, ±	-1,89	+0,7	+2,59	33,3
%	84,4	104,8	-	-
Амилолитическая активность, Е/мл				
Контрольный	-	17,76±0,25	-	-
Опытный	-	18,41±0,22	-	-
Опыт:контроль, ±	-	+0,65	-	-
%	-	103,6	-	-

В преджелудках жвачных развиваются в основном анаэробные микроорганизмы: простейшие (инфузории) и бактерии. Состав микрофлоры рубца жвачных варьирует в широких пределах в зависимости от вида корма: инфузории – от 299 тыс. до 2 млн в 1 мл, бактерии – от 100 млн до 10 млрд в 1 мл. Видовой состав микроорганизмов также широк: бактерий – более 200 рас, простейших – более 20 видов. Рост и размножение одних микроорганизмов сопровождается автолизом и отмиранием других, поэтому в рубце всегда присутствуют живые, разрушающиеся и мертвые микроорганизмы. Видовой состав зависит от того, какой корм превалирует в рационе. При смене рациона меняется и популяция микроорганизмов.

Простейшие рубца относятся к подтипу инфузорий, классу ресничных инфузорий, состоящему из десятка родов и множества (около 120) видов. В 1г содержимого рубца находится до 1 млн инфузорий, размеры их колеблются от 20 до 200 мкм. Инфузории играют важную биологическую роль в рубцовом пищеварении. Они относятся к анаэробам, могут ферментировать растительные корма и использовать их в качестве источника энергии. Инфузории разрыхляют, измельчают корм, в результате чего увеличивается его поверхность, он становиться более доступным для действия бактериальных ферментов. Инфузории, переваривая белки, крахмал, сахара и частично клетчатку, накапливают в своем теле полисахариды. Белки их тела имеют высокую биологическую ценность.

Анализ данных микробной популяции рубцового содержимого в наших исследованиях показывает на значительное превышение ее по массе в опытный период после кормления по отношению к таковому в контрольный. После кормления в опытный период прирост массы бактерий составил 0,296, а массы инфузорий – 0,165 г/100мл или на 74,3 и 53,2 %, в то время как в контрольный период эти показатели составили 0,099 и 0,041г/100мл, что было меньше на 52,5 и 36,9 %, соответственно (табл.2).

Таблица 2 – Содержание микробиальной массы в рубце овец, г/100 мл

Периоды	До кормления	Через 3 часа после кормления	Динамика	
			±	%
Контрольный: бактерии	0,452±0,064	0,552±0,068	+0,099	121,8
инфузории	0,251±0,033	0,292±0,048	+0,041	116,3
всего	0,703±0,089	0,844±0,052	+0,141	120,0
Опытный: бактерии	0,398±0,025	0,694±0,130	+0,296	174,3
инфузории	0,310±0,059	0,475±0,066	+0,165	153,2
всего	0,707±0.075	1,169±0,175	+0,462	165,3
Опыт:контроль,: бактерии,±	-0,054	+0,142	+0,197	52,5
%		125,7	-	-
инфузории, ±	+0,059	+0,183	+0,124	36,9
%	123,5	162,6	-	-
всего, ±	+0,004	+0,325	+0,321	45,3
%	100,5	138,5	-	-

Результаты и выводы

Таким образом, применение в питании овец микробного протеина в сочетании со Spirulina Platebsis и органическим йодом позволяет нормализовать физические параметры жидкой фазы химуса, интенсифицировать ферментативно-микробиологические процессы и значительно увеличить микробную массу в химусе, что повышает вероятность удовлетворения потребностей организма животного в незаменимых аминокислотах. Данные исследования могут быть экстраполированы на крупный рогатый скот и, в частности, на молочных коров.

Список литературы

1. Харитонов, Е. Л. Новые подходы оценки протеина кормов для жвачных / Е.Л.Харитонов, А.М.Материкин // Актуальные проблемы биологии в животноводстве.-1997.- С.18-29.
2. Волгин, В. Оптимизация питания высокопродуктивных коров/ В.Волгин, А.Бибиков, Л.Романенко //. Животноводство России. − 2007. − спецвыпуск. – С. 31-32.
3. Некрасов, Р.В. Восполнение уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров в начале лактации / Р.В.Некрасов, М.В.Вареников, М.Г.Чабаев и др. // Молочное и мясное скотоводство. –2013.--№3.- С.9-13.
4. Романов, В.Н. Современные способы улучшения здоровья и роста продуктивности жвачных животных / В.Н.Романов. Н.В.Боголюбова, Г.Ю.Лаптев [и др]. – Подольск, 2018. -128 с.
5. Фомичев, Ю.П. Обогащение аминокислотами рациона молочных коров путём применения в кормлении высокобелкового сухого кормового концентрата / Ю.П.Фомичев, И.В.Гусев, Н.Н.Сулима и др.// Зоотехния. – 2014. - №4. – с. 7-10.
6. Рыков, Р.А. Изменение направленности межуточного обмена у овец под влиянием антиоксиданта и органического йода / Р.А.Рыков, Н.В.Боголюбова, Ю.П.Фомичев // Достижение науки и техники АПК.- 2019.- № 9. -С.61-64.
7. .Rimkus, M. Dry powdery fodder additive, supplement or fodder containing algae spirulina platensis/ M. Rimkus, A. Simkus, R. Syvys et.al. WO2010106468A1.
8. Романов В.Н. Повышение адаптивных возможностей организма молодняка крупного рогатого скота с применением комплекса биологически активных веществ / В.Н.Романов, Н.В.Боголюбова // Генетика и разведение животных. – 2020. - № 1. – С.55-61.
9. Боголюбова, Н.В. Биологические и продуктивные аспекты использования в питании жвачных комплекса дополнительного питания / Н.В.Боголюбова, В.Н.Романов, В.П.Короткий // Кормопроизводство.- 2018. -, № 6. – С.34-39.
10. Петряков, В.В. Микроводоросль Spirulina platensis – биологически активная добавка будущего / В.В. Петряков // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 1-2 (59). – С.48-50.
11. Подольников, В. Водоросли в рационах животных / В. Подольников // Животноводство России спецвыпуск. – 2013. – С. 43-44.
12. Шимкус, А. Ю. Spirulina platensis в кормлении дойных коров / А.Ю.Шимкус, Л.Б. Заводник // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: Материалы четвертой Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика РАСХН Н.А. Шманенкова. – Боровск, Изд-во ВНИИФБиП, 2006. – С. 132-133..
13. Зень, В. М. Иммуностимулирующая эффективность использования фитодобавки на основе спирулины при выращивании телят-гипотрофиков/ В. М. Зень, А. П. Свиридова, С. Л. Поплавская, Е. А. Андрейчик, Ю. В. Санжаровская// УО «Гродненский государственный аграрный университет» г. Гродно, Республика Беларусь
14. Горлов, И.Ф. Эффективность использования новых кормовых добавок при производстве говядины/ Горлов И.Ф., Ранделин А.В., Сложенкина М.И., Шлыков С.Н., Кайдулина А.А., Яковенко А.В. // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1 (93). С. 80-85.
15. Лысенко, Н.П. Особенности накопления и выведения йода при его поступлении в организм животных в виде неорганической соли и в связанной с белком форме/ Лысенко Н.П., Рогожина Л.В. // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2009. № 3. С. 51-53.
16. Rode, L.M. Maintaining a healthy rumen – an overview / L.M. Rode // Adv. Dairy. Tech.- 2000. – V. 12. –P. 101– 108.

FEATURES OF ENZYMATIC AND MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN SHEEP RUMEN WHEN PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ARE INCLUDED IN THE DIET

Rykov Roman A., *Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Agricultural Animals of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, brukw@bk.ru*

The aim of the study was to study the effects of the Spirulina Platensis algae, organic iodine, and microbiological synthesis protein on the rumen physical parameters of the chyme, enzymatic digestion processes, and microbiota. The studies were carried out using the method of group periods (control and experimental, n = 6) on sheep with ruminal fistulas. In the control period, the animals received the main diet. In the experimental - to the main diet was added a biologically active mixture of 5 g per day, consisting of organic iodine, dry biomass of microalgae Spirulina Platensis and dry beer sprouts as a filler, in a proportion of 40, 6 and 54%, respectively, and a protein of microbiological synthesis of 30 g per day. An increase in the pH of the chyme was noted in the experimental period before feeding by 0.19, compared with the control. 3 hours after feeding, the pH of the chyme decreased to 6.62, during the control period, the pH also decreased after feeding, but remained higher

and amounted to 6.85. The ORP before feeding in both periods was almost equal, only after feeding in the control period, the ORP increased by -0.25 mV, while in the experimental period it decreased by -72 mV in the neutral direction. In the experimental period, the TBA oxidation of the chyme was lower than in the control period. The ammonia content in the rumen in the experimental period before feeding was higher by 15.6%, and after feeding higher by 4.8%, compared with the control. In the experimental period after feeding, there was a significant increase in the mass of bacteria and the mass of ciliates. The use of microbial protein in sheep nutrition in combination with Spirulina Platensis and organic iodine can normalize the physical parameters of the liquid phase of the chyme and significantly increase the level of microbial mass.

Key words: *sheep, rumen, enzymatic, microbial processes, physiologically active substances.*

Literatura

1.Kharitonov, Ye. L. Novyye podkhody otsenki proteina kormov dlya zhvachnykh / Ye.L.Kharitonov, A.M.Materikin // Aktual'nyye problemy biologii v zhivotnovodstve.-1997.- № - S.18-29.

2.Romanov, V.N. Sovremennyye sposoby uluchsheniya zdorov'ya i rosta produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh / V.N.Romanov. N.V.Bogolyubova, G.YU.Laptev i dr. – Podol'sk, 2018. -128 s.

3.Fomichev, YU.P. Obogashcheniye aminokislotami ratsiona molochnykh korov putom primeneniya v kormlenii vysokobelkovogo sukhogo kormovogo kontsentrata / YU.P.Fomichev, I.V.Gusev, N.N.Sulima i dr.// Zootekhniya. – 2014. - №4. – s. 7-10.

4.Nekrasov, R.V. Vospolneniye urovnya obmennoy energii v ratsionakh vysokoproduktivnykh korov v nachale laktatsii / R.V.Nekrasov, M.V.Varenikov, M.G.Chabayev i dr. // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo. –2013.--№3.- S.9-13.

5.Volgin, V. Optimizatsiya pitaniya vysokoproduktivnykh korov/ V.Volgin, A.Bibikov, L.Romanenko //. Zhivotnovodstvo Rossii. − 2007. − spetsvypusk. – S. 31-32.

6.Rykov, R.A. Izmeneniye napravlennosti mezhutochnogo obmena u ovets pod vliyaniyem antioksidanta i organicheskogo yoda / R.A.Rykov, N.V.Bogolyubova, YU.P.Fomichev // Dostizheniye nauki i tekhniki APK . 2019.- № 9. -S.61-64.

7..Rimkus, M. Dry powdery fodder additive, supplement or fodder containing algae spirulina platensis/ M. Rimkus, A. Simkus, R. Syvys et.al. WO2010106468A1

8.Romanov V.N. Povysheniye adaptivnykh vozmozhnostey organizma molodnyaka krupnogo rogatogo skota s primeneniyem kompleksa biologicheski aktivnykh veshchestv / V.N.Romanov, N.V.Bogolyubova // Genetika i razvedeniye zhivotnykh. – 2020. - № 1. – S.55-61.

9.Bogolyubova, N.V. Biologicheskiye i produktivnyye aspekty ispol'zovaniya v pitanii zhvachnykh kompleksa dopolnitel'nogo pitaniya / N.V.Bogolyubova, V.N.Romanov, V.P.Korotkiy // Kormoproizvodstvo.- 2018. -, № 6. – S.34-39.

10.Petryakov, V.V. Mikrovodorosl' Spirulina platensis – biologicheski aktivnaya dobavka budushchego / V.V. Petryakov // Novaya nauka: opyt, traditsii, innovatsii. – 2016. – № 1-2 (59). – S.48-50.

11.Podol'nikov, V. Vodorosli v ratsionakh zhivotnykh / V. Podol'nikov // Zhivotnovodstvo Rossii spetsvypusk. – 2013. – S. 43-44.

12.Shimkus, A. YU. Spirulina platensis v kormlenii doynykh korov / A.YU.Shimkus, L.B. Zavodnik // Aktual'nyye problemy biologii v zhivotnovodstve: Materialy chetvertoy Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika RASKHN N.A. Shmanenkova. – Borovsk, Izd-vo VNIIFBiP, 2006. – S. 132-133..

13.Zen' V. M. Immunostimuliruyushchaya effektivnost' ispol'zovaniya fitodobavki na osnove spiruliny pri vyrashchivanii telyat-gipotrofikov/ V. M. Zen', A. P. Sviridova, S. L. Poplavskaya, Ye. A. Andreychik, YU. V. Sanzharovskaya// UO «Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet» g. Grodno, Respublika Belarus'

14.Gorlov I.F.Effektivnost' ispol'zovaniya novykh kormovykh dobavok pri proizvodstve govyadiny/ Gorlov I.F., Randelin A.V., Slozhenkina M.I., Shlykov S.N., Kaydulina A.A., Yakovenko A.V. // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 1 (93). S. 80-85.

15.Lysenko N.P. Osobennosti nakopleniya i vyvedeniya yoda pri yego postuplenii v organizm zhivotnykh v vide neorganicheskoy soli i v svyazannoy s belkom forme/ Lysenko N.P., Rogozhina L.V. // Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal. Sel'skokhozyaystvennyye zhivotnyye. 2009. № 3. S. 51-53.

16.Rode, L.M. Maintaining a healthy rumen – an overview / L.M. Rode // Adv. Dairy. Tech.- 2000. – V. 12. –P. 101– 108.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.532.2+631.331.072.3 DOI 10.36508/RSATU.2020.78.13.009

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОРОХА ЛУКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА С РЕГУЛИРУЕМЫМ УГЛОМ НАКЛОНА

ДОРОХОВ Алексей Семенович, *д-р техн. наук, член-корреспондент РАН, зам. директора по научно-организационной работе, dorokhov.vim@yandex.ru*

СИБИРЁВ Алексей Викторович, *канд. техн. наук, ст. научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства», sibirev2011@yandex.ru*

АКСЕНОВ Александр Геннадьевич, *канд. техн. наук, вед. научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства», 1053vim@mail.ru*

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Уборка подземной части лука-севка связана с большими трудностями, так как приходится отделять товарную продукцию от большого количества почвы, превышающей объем луковиц в весовом соотношении. Сложность проектирования и создания сепарирующих рабочих органов машин для уборки корнеплодов и лука заключается в большом разнообразии почвенно-климатических условий, в которых происходит технологический процесс уборки. Кроме того, в единообразных почвенно-климатических условиях в пределах одной учетной делянки наблюдается большое отклонение от средних значений основных физических констант почвы – влажности и твердости. Большим препятствием для успешной работы сепарирующих рабочих органов является наличие в сепарируемой массе почвенных комков. Решение проблемы повышения качества работы машин для уборки лука определяется разработкой функционирующих элементов уборочной машины с определенным уровнем автоматизации и быстродействия отзывчивости на варьируемые стохастические показатели факторов внешних воздействий. Обоснованы основные технологические параметры исследуемого сепарирующего рабочего органа. Получены формулы, позволяющие определить: угол подъема полотна пруткового элеватора в поперечном направлении; величину перемещения штока электроцилиндров; поперечную составляющую смещения вороха, обусловленную набеганием полотна пруткового элеватора на встряхиватель; амплитуды колебаний в поперечном и продольном направлениях полотна пруткового элеватора в зависимости от его ширины и длины, а также алгоритм работы пруткового элеватора с регулируемым углом наклона полотна. Определены площадь поперечного сечения вороха лука-севка на прутковом элеваторе с учетом коэффициента полноты сепарации; длина участка пруткового элеватора, на котором происходит смещение вороха лука-севка в результате изменения угла подъема, обусловленная зависимостью скорости движения вороха лука-севка по поверхности пруткового элеватора с учетом коэффициента трения скольжения луковиц.

Ключевые слова: *корнеплод, лук, сепарация, элеватор прутковый, исследования, угол подъема, амплитуда колебаний.*

Введение

Условия производства корнеплодов и лука в настоящее время не в полной мере позволяют обеспечить качественную товарную продукцию с минимальной себестоимостью в сравнении со странами европейского сообщества [1-4, 7]. Данное обстоятельство обусловлено прежде всего значительным разрывом в использовании современных машинных технологий и технических средств, а также отсутствием современных механико-технологических основ возделывания и уборки овощных культур, позволяющих учитывать влияние на качество товарной продукции конструктивных, режимных и технологических параметров элементов машинных комплексов.

Таким образом, разработка современных технологий, способов, приемов и технических средств для их реализации, позволяющих обеспечить при внедрении на предприятиях сельскохозяйственного направления повышение урожайности корнеплодов и лука с минимальными энергетическими затратами, представляет научную проблему, решение которой позволит обеспечить получение товарной продукции в соответствии с предъявляемыми качественными характеристиками. Это возможно обеспечить внедрением в технологию производства сельскохозяйственной продукции современных машинно-технологических комплексов с системами автоматического регулирования и контроля режимных и технологических параметров функционирующих элементов [8, 9].

Реализация вышеуказанных направлений обеспечит выполнение стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы». Правительством Российской Федерации утверждена Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (распоряжение от 28 июля 2017 г. № 1632-р) [5, 6].

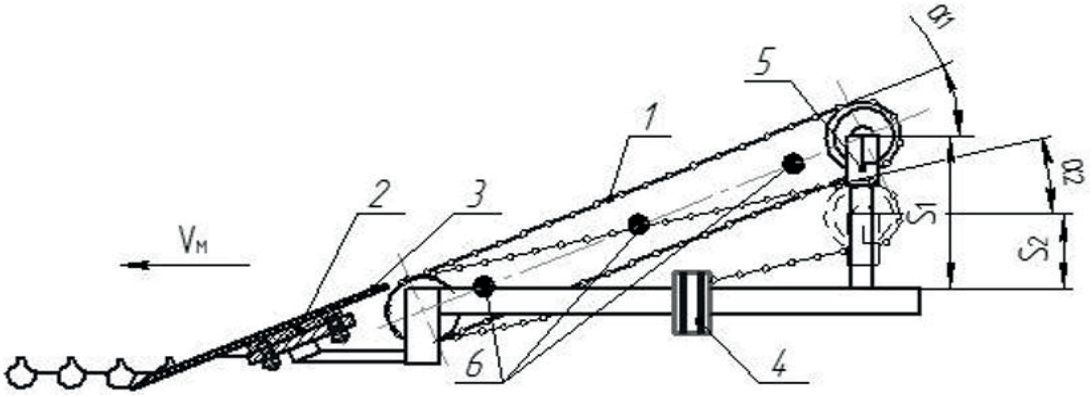
© Дорохов А. С., Сибирёв А. В., Аксенов А. Г., 2020 г.

Объекты и методы исследований

Очистка товарной продукции корнеплодов и лука от почвенных комков на рабочем органе в условиях средней или пониженной влажности зависит от того, насколько конструктивные параметры и режимы рабочего органа позволяют ему воздействовать на механические примеси, чтобы создать в нем напряжения, обеспечивающие разрушение почвенных комков до фракционного состава, позволяющего прохождение через щелевые отверстия пруткового элеватора.

Прутковый элеватор представляет собой транспортер с закрепленными в обрезиненной ленте прутками, расположенными перпендикулярно движению транспортера. При этом для обеспечения очистки товарной продукции от почвенно-растительных примесей и минимизации потерь щелевые отверстия, образованные между смежными прутками, имеют размер меньше минимального размера корнеплода. С целью интенсификации сепарации луковиц от примесей в конструкции пруткового элеватора предусмотрено наличие встряхивателей, обеспечивающих вертикальное перемещение сепарируемого вороха над полотном при набегании полотна на встряхиватели.

Для регулировки угла наклона полотна пруткового элеватора 1 используются датчики массы 2, закреплённые на подкапывающем лемехе 3 (рис. 1) [2].



1 – элеватор прутковый; 2 – датчик массы подкапывающего лемеха; 3 – лемех подкапывающий; 4 – микроконтроллер; 5 – электроцилиндр; 6 – датчик инерционный

Рис. 1 – Схема изменения угла наклона полотна пруткового элеватора

Изменение угла наклона α1 полотна пруткового элеватора осуществляется в результате перемещения штока электроцилиндра на расстояние S1 (рис. 2) [2]:

$$S_1 = \left[L_{эл} - \left(\frac{D_{вед}}{2} + \frac{D_{пр}}{2}\right)\right] \cdot \sin\alpha_1, \quad (1)$$

где $L_{эл}$- длина пруткового элеватора, м;

$D_{вед}$- диаметр ведомого вала барабана пруткового элеватора, м;

$D_{пр}$- диаметр приводного вала барабана пруткового элеватора, м.

Для обеспечения перемещения заднего вала барабана пруткового элеватора разработан алгоритм автоматического регулирования угла наклона полотна пруткового элеватора (рис.3).

Результаты исследований

При изменении угла α_1 наклона полотна пруткового элеватора и воздействии встряхивателей на сепарируемый луко-почвенный ворох появляется поперечная составляющая lсмещения вороха, обусловленная набеганием полотна пруткового элеватора на эллиптический встряхиватель диаметром,определяемом выражением(2)

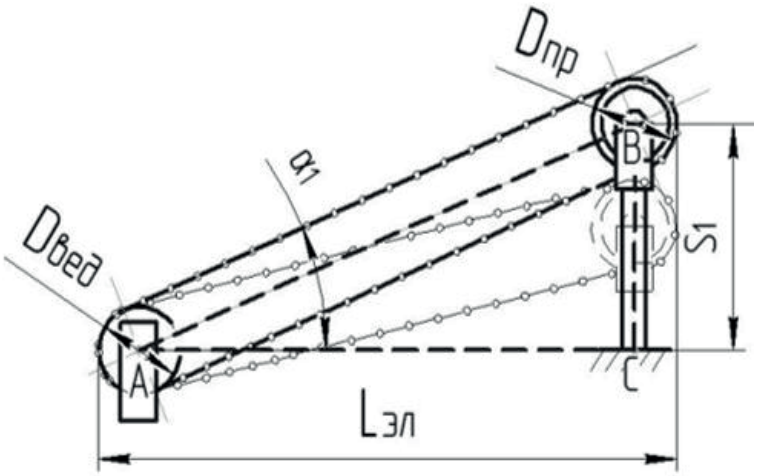


Рис. 2 – Схема определения расстояния перемещения штоков актуаторов

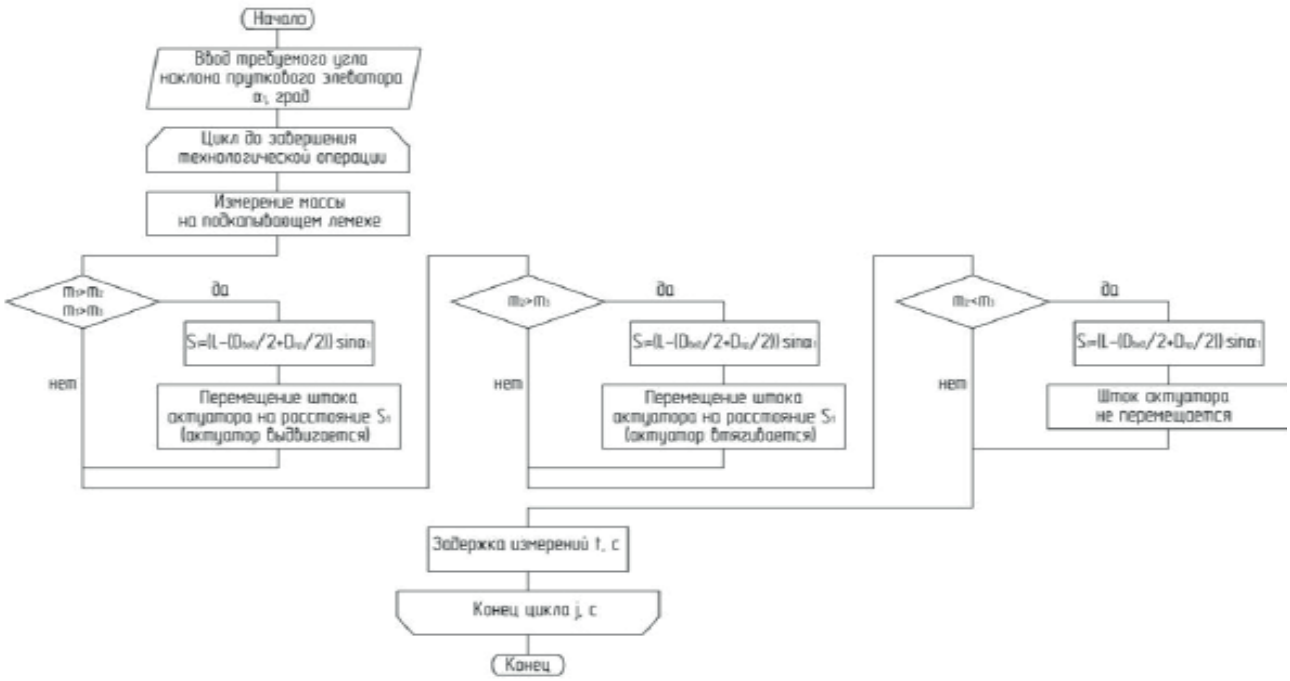


Рис. 3 – Алгоритм автоматического регулирования угла наклона полотна пруткового элеватора

$$l = \frac{0{,}5 \cdot m \cdot \omega_{ЭЛ}^2 \cdot {}^{r_A}/_{g} \cdot \left({}^{g}/_{\omega_{ЭЛ}^2}\right)}{m \cdot (\sin\alpha_П - f_{ЭЛ} \cdot \cos\alpha_П)} = \frac{0{,}5 r_A}{(\sin\alpha_П - f_{ЭЛ} \cdot \cos\alpha_П)} \quad (2)$$

где m- масса луко-почвенного вороха, кг;

$\omega_{ЭЛ}$- круговая скорость колебаний полотна пруткового элеватора, $с^{-1}$;

r_A- амплитуда колебаний полотна пруткового элеватора, м;

g- ускорение свободного падения, м/с²;

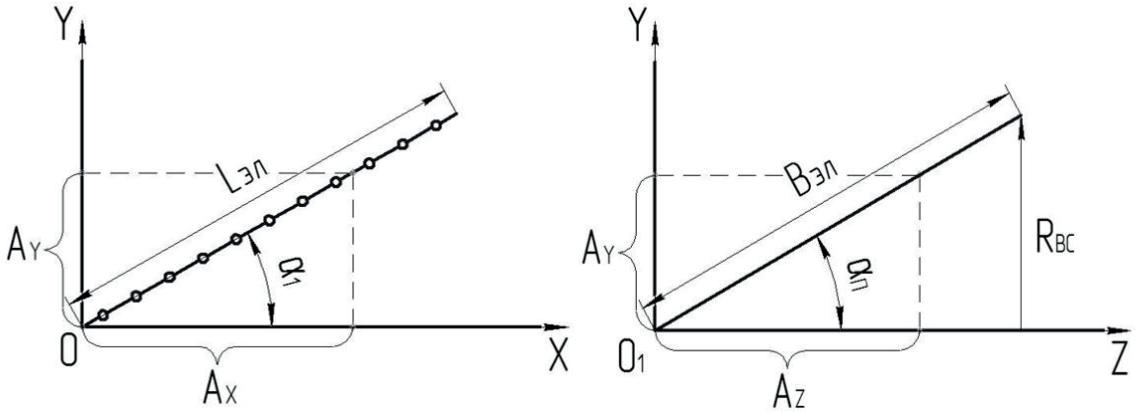
$\alpha_п$- угол наклона полотна пруткового элеватора, град;

$f_{ЭЛ}$- коэффициент трения скольжения луковицы по поверхности пруткового элеватора.

Причем следует отметить, что полотно пруткового элеватора совершает колебания как в продольном, так и в поперечном направлениях (рис. 4) в зависимости от подачи $Q_{Вп}$ вороха лука с подкапывающего лемеха на сепарацию с амплитудой

$$A_X = L_{ЭЛ} \cdot \cos\alpha_1, \quad (3)$$

$L_{ЭЛ}$- длина пруткового элеватора, м.



А Б

А – в продольном направлении; Б – в поперечном направлении

Рис. 4 – Схема определения амплитуды колебаний полотна пруткового элеватора

$$A_Y = L_{ЭЛ} \cdot \sin\alpha_1. \quad (4)$$

Угол $\alpha_П$ подъема полотна пруткового элеватора в поперечном направлении определяется по формуле:

$$\alpha_П > \varphi_{ЭЛ} + \operatorname{arctg}\frac{a_e}{g}, \quad (5)$$

где $\varphi_{ЭЛ}$- угол трения луко-почвенного вороха по поверхности пруткового элеватора, град;

a_e-переносное ускорение материальной точки, м/с²; g- ускорение свободного падения материальной точки, м/с².

Следовательно, амплитуда A_Z колебаний полотна пруткового элеватора в поперечном направлении:

$$A_Z = B_{ЭЛ} \cdot \cos\alpha_П, \quad (6)$$

где $B_{эл}$- ширина пруткового элеватора, м.
Амплитуда A_Y колебаний в продольном направлении:

$$A_Y = B_{ЭЛ} \cdot \sin\alpha_П. \quad (7)$$

Угол $\alpha_П$ подъема полотна пруткового элеватора в зависимости от амплитуды колебаний полотна:

$$\alpha_П = \mathrm{arctg}\frac{A_Y}{A_Z}. \quad (8)$$

На рисунке 5 графически представлена зависимость амплитуды колебаний пруткового элеватора в продольном направлении от угла подъема полотна элеватора.

Уменьшение амплитуды колебаний пруткового элеватора в продольном направлении приводит к снижению скорости движения вороха лука-севка по рабочей поверхности, поэтому устройство, реализующее рассматриваемый способ, целесообразно использовать для равномерного распределения вороха лука-севка по поверхности рабочего органа первичной сепарации перед поступлением в устройство вторичной очистки.

Целью выполнения исследований являлось обоснование возможности применения сепарирующего пруткового элеватора с регулируемым углом наклона полотна на уборке лука и определение длины участка пруткового элеватора, на котором происходит смещение вороха лука-севка в результате изменения угла α_1 наклона полотна.

Так как объёмная масса вороха лука-севка $\gamma_Л$ на прутковом элеваторе с регулируемым углом наклона полотна является переменной величиной, а толщина слоя $h_{Вэл}$ зависит, прежде всего, от содержания почвенной фракции в обрабатываемом ворохе, то толщина слоя на прутковом элеваторе в начальном положении при $\alpha_1=\alpha_n$ определяется выражением:

$$h_{Вэл} = \frac{Q_{Вп}}{B_{ЭЛ} \cdot v_{ЭЛ} \cdot \gamma_Л \cdot \mathrm{tg}\alpha_1}, \quad (9)$$

где $\gamma_Л$- объемная масса вороха лука-севка, кг/м³.

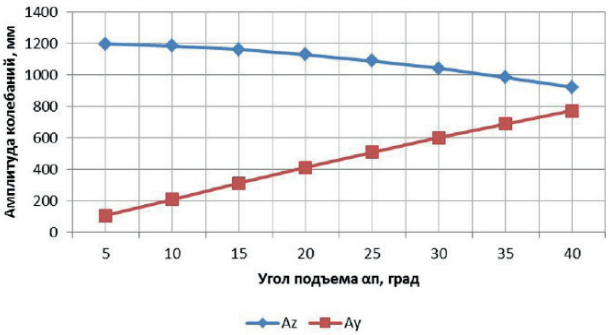
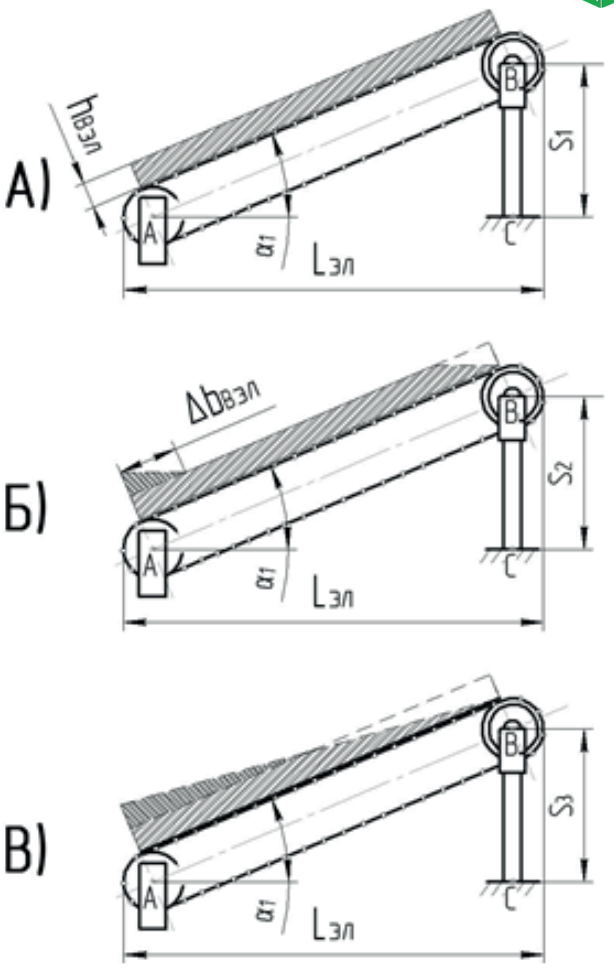


Рис. 5 – Зависимость амплитуды колебаний пруткового элеватора в продольном направлении от угла подъема



А) – начальное положение $\alpha_1=\alpha_n$,; Б) – промежуточное положение $\alpha_1<\alpha_n$, при $S_1<S_2$;
В) – конечное положение $\alpha_1«\alpha_n$, при $S_2<S_3$

Рис. 6 – Сечение вороха лука-севка при продольном наклоне полотна пруткового элеватора

Площадь поперечного сечения вороха лука-севка на прутковом элеваторе (рис. 6):

$$F_B = B_{ЭЛ} \cdot h_{Вэл}. \quad (10)$$

Принимая во внимание, что поперечное сечение элементарного объема вороха лука-севка в сторону уклона полотна пруткового элеватора остается неизменным, а верхняя граница слоя вороха лука-севка, переместившегося по поверхности пруткового элеватора, преобразуется в прямоугольный треугольник со сторонами $\Delta b_{Вэл}$ и $\Delta h_{Вэл}$, согласно рисунку 6, имеем:

$$\Delta b_{Вэл} = \sqrt{\frac{2\Delta F_B}{\mathrm{tg}\alpha_1}}, \quad (11)$$

где ΔF_B- площадь поперечного сечения элементарного объёма вороха лука-севка, м².
Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что за период изменения угла α_1 наклона пруткового элеватора происходит просеивание почвенных частиц через щелевые отверстия, образованные

смежными прутками, т.е. необходимо учитывать коэффициент полноты сепарации ε:

$$\Delta b_{Вэл} = \sqrt{\frac{2\Delta F_B \cdot \omega_{ЭЛ} \cdot (T_N + T_O)}{tg\alpha_1}} \cdot \varepsilon, \quad (12)$$

где ε- коэффициент полноты сепарации;

(T_N+T_O)- общая продолжительность рабочего цикла, с.

Перемещение вороха лука-севка по полотну пруткового элеватора в сторону уклона будет происходить до максимально возможного угла α1 наклона пруткового элеватора, значение которого, исходя из результатов раннее проведенных исследований, составляет α_1=25°.

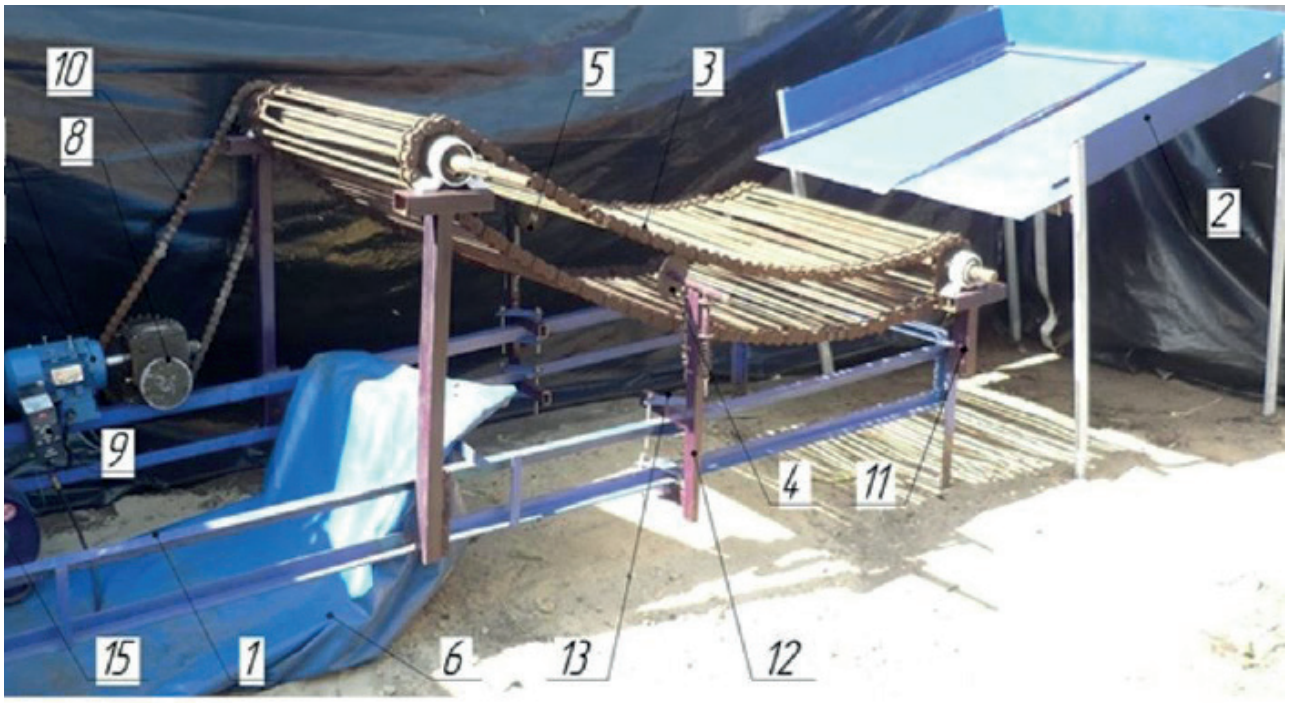
Длина участка $X_{ЭЛ}$ пруткового элеватора, на котором происходит смещение вороха лука-севка в результате изменения угла α_1 наклона, зависит от скорости движения вороха v_B, коэффициента трения скольжения вороха о поверхность элеватора f_B и непосредственно от угла α_1:

$$X_{ЭЛ} = \frac{L_{ЭЛ}}{\omega_{ЭЛ} \cdot (T_N + T_O)} \cdot f_B \cdot tg\alpha_1. \quad (13)$$

где f_B- коэффициент трения скольжения вороха лука-севка о поверхность пруткового элеватора.

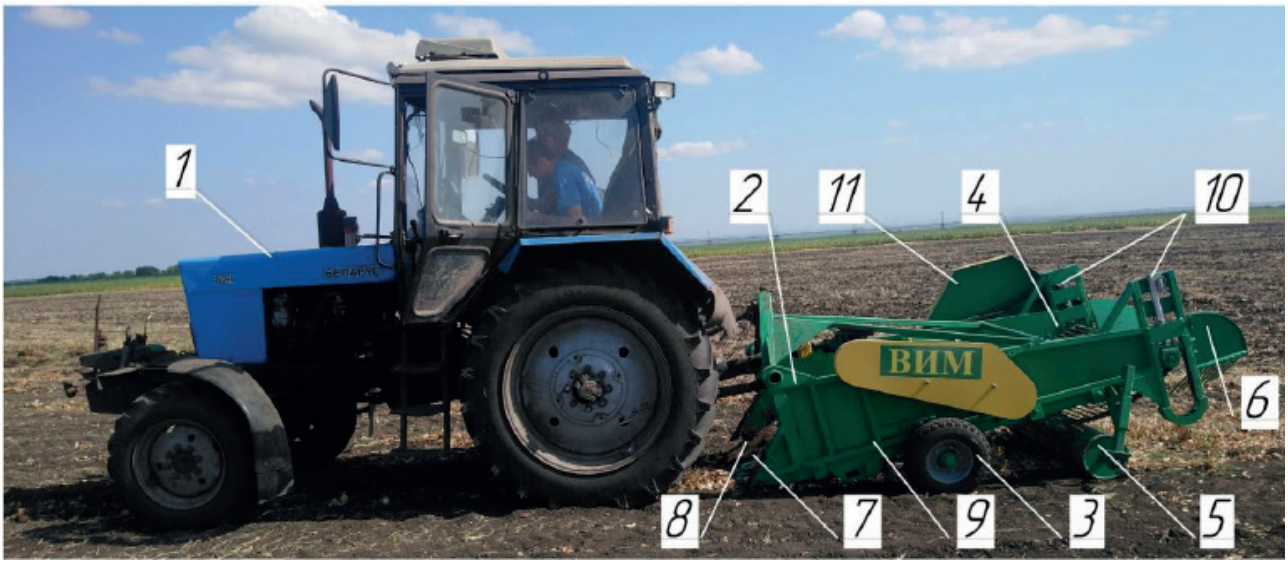
Согласно формуле (13) длина участка $X_{ЭЛ}$ пруткового элеватора, на котором происходит смещение вороха лука-севка, зависит от длины элеватора $L_{ЭЛ}$, общей продолжительности рабочего цикла электроцилиндра (T_N+T_O), коэффициента трения вороха лука-севка о поверхность пруткового элеватора f_B и непосредственно от угла α_1 наклона пруткового элеватора.

Результаты проведенных теоретических исследований позволили разработать сепарирующий прутковый элеватор с регулируемым углом наклона полотна, изготовить лабораторную установку (рис. 7) для определения оптимальных режимных и технологических параметров, а также машину для уборки лука (рис. 8) (при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых за счет средств федерального бюджета по теме: «Интеллектуальная технология и технические средства уборки корнеплодов и лука с разработкой метода комплексной оценки качества выполнения технологических операций», Грант МК-4002.2018.8).



1 – рама; 2 – емкость для предварительного размещения вороха; 3 – сепарирующий прутковый элеватор; 4 – эллиптический встряхиватель; 5 – поддерживающий ролик; 6 – брезент сепарированной продукции; 7 – электродвигатель; 8 – редуктор одноступенчатый; 9 – преобразователь частотный; 10 – передача цепная; 11 – стойки опорные; 12 – стойки встряхивателей; 13 – кронштейн соединительный; 14 – плита опорная; 15 – фильтр сетевой

Рис. 7 – Общий вид лабораторной установки для определения влияния технологических параметров сепарирующего пруткового элеватора с регулируемым углом наклона на качественные показатели сепарации вороха луковиц



1 – трактор МТЗ 1221; 2 – машина для уборки лука; 3 – колеса опорные; 4 – сепарирующий прутковый элеватор; 5 – каток-ложеобразователь; 6 – лоток сужающий; 7 – лемех подкапывающий; 8 – датчик массы лемеха подкапывающего; 9 – датчик инерционный; 10 – электроцилиндры; 11 – микроконтроллер

Рис. 8 – Общий вид машины для уборки лука, оснащенной сепарирующим прутковым элеватором с регулируемым углом наклона полотна

Экспериментальные исследования машины для уборки лука с регулируемым углом наклона полотна были проведены в условиях Самарской области в 2019 году на уборке лука сорта «Штутгартер Ризен» и подтвердили выполнение технологического процесса уборки лука в соответствии с агротехническими требованиями.

Результаты проведенных теоретических исследований могут служить основой к расширению экспериментальных исследований и практической реализации перехода России к устойчивому развитию производства продукции овощеводства.

Заключение

1. Разработан алгоритм системы управления прутковым элеватором с регулируемым углом наклона полотна.
2. Обоснованы величина амплитуды колебаний полотна пруткового элеватора в зависимости от подачи вороха лука с подкапывающего лемеха, угол подъема полотна пруткового элеватора (8) в зависимости от амплитуды продольного и поперечного колебаний.
3. Определены площадь поперечного сечения вороха лука-севка (10) на прутковом элеваторе в зависимости от изменения угла наклона полотна, а также длина участка пруткового элеватора (15), на котором происходит смещение вороха лука-севка в результате изменения угла наклона.
4. Результаты проведенных теоретических исследований позволили разработать сепарирующий прутковый элеватор с регулируемым углом наклона полотна, а эксперименты подтвердили выполнение технологического процесса уборки лука в соответствии с агротехническими требованиями.

Список литературы

1. Дорохов, А.С. Результаты полевых исследований машины для уборки лука-севка, оснащенной прутковым элеватором с асимметричным расположением встряхивателей / А.С. Дорохов, А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов // Инженерные технологии и системы. 2020. № 1. С. 133-148.

2. Дорохов, А.С. Теоретические исследования технологического процесса работы пруткового элеватора с регулируемым углом наклона полотна / А.С. Дорохов, А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 1. С. 52-61.

3.Ларюшин, А.М. Качественные показатели выкапывающего устройства лукоуборочной машины / А.М. Ларюшин// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 3. С. 46 – 47.

4. Морозов Ю.Л., Андрианов В.М., Максимов Д.А., Богданов К.В. Разработка адаптивных технологий производства продукции растениеводства // Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. – Санкт-Петербург, 2005.

5. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года (Указ Президента Российской Федерации № 490 от 10 октября 2019 г.).

6.Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р.).

7. Сибирёв А.В., Аксенов А.Г., Кынев Н.Г., Сазонов Н.В. Сепарирующий транспортер машины для уборки корнеклубнеплодов и луковиц: пат. № 2679734 (Российская Федерация). № 2018117525: заяв. 11.05.2018; опубл. 12.02.2019. Бюл. № 5.

8. Dorokhov, A.S. Results of laboratory investigations of soil screening ability of a chain digger with asymmetric vibrator arrangement / A.S. Dorokhov, A.V. Sibirev, A.G. Aksenov // INMATEH –

Agricultural Engineering. – 2019. – № 1. (57). – pp. 9 – 18.

9. Dorokhov, A.S. Methodological justification of dynamic systems model construction by artificial neural networks / A.S. Dorokhov, A.G. Aksenov, A.V. Sibirev // INMATEH – Agricultural Engineering. – 2019. – № 2. (58). – С. 63-75.

THEORETICAL STUDIES OF DISTRIBUTION OF A HEAP BOW IN THE HORIZONTAL PLANE BY ADDITIONAL VIBRATIONS OF THE BAR ELEVATOR WITH AN ADJUSTABLE ANGLE OF THE TILT TILT

***Dorokhov Aleksey S**.h, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Scientific and Organizational Work, dorokhov.vim@yandex.ru*

***Sibirev Aleksey V.,** Ph.D., senior researcher at the Department of Technologies and Machines for Vegetable Production, sibirev2011@yandex.ru*

***Aksenov Alexander G.,** Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Department of Technologies and Machines for Vegetable Production, 1053vim@mail.ru*

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Agro-Engineering Center VIM

Harvesting the underground part of onion sets is associated with great difficulties, since it is necessary to separate commercial products from a large amount of soil, exceeding the volume of bulbs in a weight ratio. The complexity of designing and creating separating working bodies of machines for harvesting root crops and onions lies in a wide variety of soil and climatic conditions in which the technological process of harvesting takes place. In addition, under uniform soil and climatic conditions, within one accounting plot, a large deviation from the average values of the basic physical constants of the soil — moisture and hardness — is observed. The big obstacle to the successful operation of the separating working bodies is the presence of soil lumps in the separated mass. The solution to the problem of improving the quality indicators of onion harvesting machines is determined by the development of the functioning elements of the harvesting machine with a certain level of intelligence and responsiveness to variable stochastic indicators of external factors. The main technological parameters of the investigated separating working body are substantiated. Formulas are obtained that allow one to determine the elevation angle of the bar elevator blade in the transverse direction, the displacement distance of the electric cylinder rod, the transverse component of the heap displacement due to the run-in of the bar elevator blade on the shaker, the vibration amplitudes in the transverse and longitudinal directions of the bar elevator blade, depending on its width and length, as well as the algorithm of the bar elevator with an adjustable blade angle. The cross-sectional area of the onion set heap on the bar elevator is determined taking into account the separation completeness coefficient, the length of the section of the bar elevator where the onion set heap is displaced as a result of the change in the elevation angle due to the dependence of the speed of the onion set heap over the surface of the bar elevator taking into account the coefficient of friction of the bulbs.

***Key words:** root crop, onion, separation, bar elevator, research, angle of rise, amplitude of oscillations.*

Literatura

1.Dorohov, A.S. Rezul'taty polevyh issledovanij mashiny dlya uborki luka-sevka, osnashchennoj prutkovym elevatorom s asimmetrichnym raspolozheniem vstryahivatelej / A.S. Dorohov, A.V. Sibiryov, A.G. Aksenov // Inzhenernye tekhnologii i sistemy. 2020. № 1. S. 133-148.

2.Dorohov, A.S. Teoreticheskie issledovaniya tekhnologicheskogo processa raboty prutkovogo elevatora s reguliruemym uglom naklona polotna / A.S. Dorohov, A.V. Sibiryov, A.G. Aksenov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2020. № 1. S. 52-61.

3.Laryushin, A.M. Kachestvennye pokazateli vykapyvayushchego ustrojstva lukouborochnoj mashiny / A.M. Laryushin // Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny. 2008. № 3. S. 46 – 47.

4.Morozov YU.L., Andrianov V.M., Maksimov D.A., Bogdanov K.V. Razrabotka adaptivnyh tekhnologij proizvodstva produkcii rastenievodstva // Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Severo-Zapadnyj nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizacii i elektrifikacii sel'skogo hozyajstva Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – Sankt-Peterburg, 2005.

5.Nacional'naya strategiya razvitiya iskusstvennogo intellekta na period do 2030 goda (Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii № 490 ot 10 oktyabrya 2019 g.).

6.Programma «Cifrovaya ekonomika Rossijskoj Federacii» (Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28.07.2017 № 1632-r.).

7.Sibiryov A.V., Aksenov A.G., Kynev N.G., Sazonov N.V. Separiruyushchij transporter mashiny dlya uborki korneklubneplodov i lukovic: pat. № 2679734 (Rossijskaya Federaciya). № 2018117525: zayav. 11.05.2018; opubl. 12.02.2019. Byul. № 5.

8.Dorokhov, A.S. Results of laboratory investigations of soil screening ability of a chain digger with asymmetric vibrator arrangement / A.S. Dorokhov, A.V. Sibirev, A.G. Aksenov // INMATEH – Agricultural Engineering. – 2019. – № 1. (57). – pp. 9 – 18.

9.Dorokhov, A.S. Methodological justification of dynamic systems model construction by artificial neural networks / A.S. Dorokhov, A.G. Aksenov, A.V. Sibirev // INMATEH – Agricultural Engineering. – 2019. – № 2. (58). – S. 63-75. УДК 631.356.4

УДК 631.356.4

DOI 10.36508/RSATU.2020.94.81.010

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ

ЖБАНОВ Никита Сергеевич, *аспирант, zbanovnikita25@gmail.com*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru*

ТКАЧ Татьяна Сергеевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, university@ rgatu.ru*

КОСТЕНКО Наталья Алексеевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, kn340010@yandex.ru*

Рязанский государственный университет имени П.А.Костычева

В процессе уборки клубней рабочие органы картофелеуборочных машины испытывают значительные нагрузки, что нередко приводит к отказам. Из этого следует, что подъем уровня надежности функционирования рабочих органов является одной из важных задач по развитию картофелеуборочной техники. В настоящее время в сельскохозяйственном машиностроении осуществляется модернизация рабочих органов с использованием инновационных материалов, новых технологий, что приводит к качественному улучшению процесса уборки, снижению энергозатрат, а также потерь клубней картофеля. Одной из главных задач при внедрении нового материала (в рассматриваемом случае – композиционного материала) как элемента конструкции является определение физико-механических характеристик внедряемого материала, с последующим анализом и установлением возможности применения материала в конструкции сельскохозяйственной техники. Для выполнения поставленной задачи был проведен ряд исследований: исследование прочности соединения композиционных прутков с металлическими трубками; испытание композиционных прутков на ударную вязкость; исследование композиционных прутков на изгиб. Свойства композиционных прутков при ударных нагрузках могут существенно отличаться от свойств при статическом нагружении. Исходя из данных испытаний оценивается надежность композиционных прутков. Испытание на изгиб является одним из наиболее эффективных способов определения модуля упругости, значение которого напрямую влияет на качество сепарации рассматриваемого элеватора. В результате проведенных исследований были получены показатели прочности соединения прутков с металлическими замками, а также выявлены лучшие для данного соединения марки клея, параметры замков. Проведенные испытания на ударную вязкость позволили установить показатель сопротивления композиционных прутков ударным нагрузкам. Исследования на изгиб позволили установить допустимые значения нагрузки, при которой возможна эксплуатация элеватора с композиционными прутками. На основе анализа данных, полученных в результате испытаний, было установлено, что физико-механические характеристики композиционного прутка удовлетворяют требованиям для использования данного материала в рабочих органах картофелеуборочных машин.

Ключевые слова: *композиционные материалы, ударная вязкость, изгиб прутка, прутки элеватора, сепарация, картофелеуборочная техника.*

Введение

Одним из наиболее важных этапов производства картофеля является уборка. На данный момент уборка клубней картофеля в основном механизирована и производится с помощью копателей и комбайнов, что значительно уменьшает трудозатраты. В процессе эксплуатации рабочие органы копателей и комбайнов испытывают значительные нагрузки, что нередко приводит к отказам. Из этого следует, что подъем уровня надежности функционирования рабочих органов является одной из важных задач по развитию картофелеуборочной техники [1,3]. В настоящее время с применением в сельскохозяйственном машиностроении модернизированных рабочих органов с использованием инновационных материалов, новых технологий возможно качественное улучшение процесса уборки, снижение энергозатрат, а также повреждений и потерь клубней картофеля [2,5,6]. Одной из главных задач при внедрении нового материала (в рассматриваемом случае – композиционного материала) как элемента конструкции является определение физико-механических характеристик внедряемого материала, с последующим анализом и установлением возможности применения материала в конструкциях картофелеуборочной

© Жбанов Н. С., Костенко М. Ю., Рембалович Г. К., Ткач Т. С., Костенко Н. А., 2020 г.

техники [4,5].

Материалы и методы исследований

Для выполнения поставленной задачи был проведен ряд исследований: исследование прочности соединения композиционных прутков с металлическими трубками; испытание композиционных прутков на ударную вязкость; исследование композиционных прутков на изгиб.

Исследования прочности крепления упругих композиционных прутков в металлических замках в лабораторных условиях необходимы для оценки прочности соединения составных элементов рабочего органа. Для проведения эксперимента нами были изготовлены два типа заготовок. Первый тип представлял собой композиционные прутки длинной 130 мм, соединенные между собой трубкой длиной 40 (60,80) мм; концы композиционных прутков подвергались наращиванию до диаметра 18 мм; общий вид образца представлен на рисунке 1а. Второй тип представлял собой соединенные между собой с помощью металлической трубки композиционные прутки, на концах которых крепились металлические трубки; общий вид образца представлен на рисунке 1б.

а б

а – общий вид образца №1; б – общий вид образца №2

Рис. 1 – Общий вид образцов для испытаний на разрыв

Испытания на разрыв проводили на разрывной машине Р-50. Заготовленные ранее образцы закрепляли в крепежных шахтах посредством замыкающегося на тонкой части прутка металлического кольца, после чего агрегат запускали. Машина для испытаний на разрыв, крепления образцов представлены на рисунке 2.

а б в

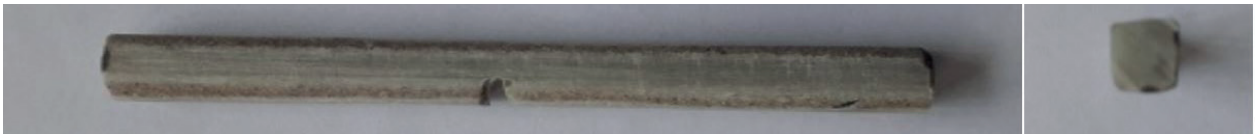
а – машина для испытаний на разрыв; б – вид образца №1; в – вид образца №2

Рис. 2 – Общий вид разрывной машины Р-50 с закрепленными образцами для испытаний на разрыв

Работа разрывной машины основана на растяжении образца под воздействием нагрузки, которая с течением времени увеличивается. В данном случае нагрузка направлена на разрушение соединения композиционных прутков с металлической трубкой, что позволяет определить прочность соединения трубки с прутком и помогает установить возможность функционирования данного соединения в полевых условиях, а также определить допускаемые нагрузки, возникающие в процессе уборки клубней картофеля.

Испытание на ударную вязкость является одним из важнейших этапов исследований надежности пруткового полотна, позволяющей определить способность противостоять ударным воздействиям, приходящимся на прутковый элеватор при работе в поле [4,7]. Свойства композиционных прутков при ударных нагрузках могут существенно отличаться от свойств при статическом нагружении. Данные испытания позволяют оценить надежность композиционных прутков. Для исследования прутка на ударную вязкость были изготов-

лены опытные образцы, выполненные из отрезков композиционного прутка. Пруток предварительно обтачивали со всех сторон, придавая форму прямоугольного параллелепипеда, после чего отрезали равные куски длиной 0,1 м; посредине образца производился надрез длиной 2 мм. Общий вид заготовки представлен на рисунке 3.



а б

а – вид образца сбоку; б – вид образца с торца

Рис. 3– Экспериментальный образец для определения ударной нагрузки композиционного прутка

Испытания на ударную вязкость производились с помощью маятникового копра, общий вид которого изображен на рисунке 4. При исследованиях рамку со шкалой устанавливали в определенное положение, соответствующее запасенной энергии маятника.

Маятник поднимали на необходимую для эксперимента высоту и фиксировали с помощью защелки, при этом стрелку устанавливали на ноль и закрепляли заготовку по центру, симметрично относительно опор, при этом надрезом образец повернут в сторону направления удара. Элемент крепления образца изображен на рисунке 4а.

а б

а – элемент фиксации образца; б – машина для испытаний на ударную вязкость

Рис. 4 – Общий вид экспериментальной машины для испытаний на ударную вязкость с элементом фиксации заготовки

Перед исследованиями замеряли в месте надреза ширину и толщину образцов с точностью до 0,1 мм. Результаты замеров заносили в таблицу испытаний. Далее защелка снимается, происходит падение маятника, который разрушает образец, и, двигаясь далее, перемещает стрелку по шкале, в результате чего имеем величину сохраненной маятником энергии после разрушения образца. Начальную высоту удара варьировали, постепенно увеличивая, и процесс повторялся. По полученным результатам определяли ударную вязкость; результаты сопоставляли с характером изломов и состоянием микроструктуры.

Испытание на изгиб является одним из наиболее эффективных способов определения модуля упругости, значение которого напрямую влияет на качество сепарации элеватора, отсюда важно изучение деформаций поперечного сечения [4,7].

Проведенные испытания на изгиб проводят на универсальной машине настольного типа, которая позволяет получить величины прогиба прутка и соответствующие ему показатели нагрузки; кроме того, данные исследования позволяют исследовать характеристики материала. Общий вид машины представлен на рисунке 5.

При проведении испытаний на статический изгиб образец укладывают в горизонтальной плоскости на две параллельные цилиндрические опоры. Экспериментальный образец устанавливался на опоры, по центру устанавливался тензометрический датчик, выставляемый на ноль. К испытуемому образцу крепили платформу с возможностью дальнейшей установки на нее грузов массой 1 кг. В результате воздействия нагрузки происходил изгиб образца, который отражался на показателях индикатора часового типа. Значения фиксировали следующим образом: индикатор выставляли на 0 после каждой установки нагрузки, далее на платформу добавляли груз в 1 кг, показатели индикатора фиксировали, процесс нагружения повторяли многократно.

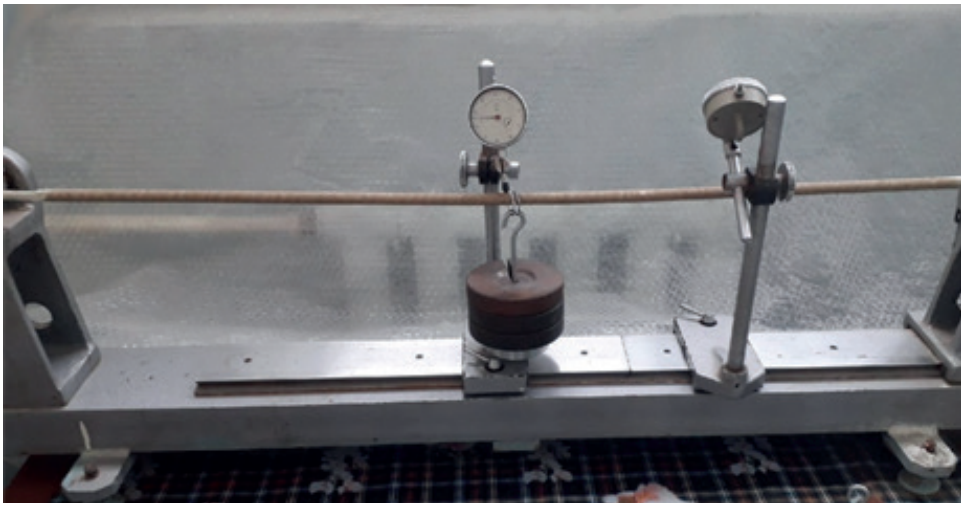


Рис. 5 – Универсальная испытательная машина для исследований на изгиб

Результаты исследований

При исследовании на прочность образцов первого типа происходило расщепление наращенных элементов композиционных прутков из-за воздействия на них металлических зажимов, при этом расщепление происходило на относительно низких нагрузках – от 800 до 900 Н. Поэтому данные образцы из дальнейших исследований были исключены. При аналогичном испытании образцов второго типа разрушение соединений композиционных прутков и холоднодеформированных трубок происходило при показателях нагрузки от 3500 Н до 4000 Н.

В результате эксперимента на разрыв соединения композиционных прутков с металлическими замками были получены результаты, занесенные в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента на разрыв соединения композиционных прутков с металлическими замками

Экспериментальный образец №2	Марка клея, Н	Нагрузка, предшествующая разрыву, Н
Металлическая трубка длиной 40мм	Эпокси Титан ТУ 2252-002-442977874-99	3530
Металлическая трубка длиной 60мм		3840
Металлическая трубка длиной 80мм		4000
Металлическая трубка длиной 40мм	Epoxy steel ГОСТ Р 56211-2014	3510
Металлическая трубка длиной 60мм		3780
Металлическая трубка длиной 80мм		3990
Металлическая трубка длиной 40мм	ЭДП ГОСТ 10587-84	3510
Металлическая трубка длиной 60мм		3760
Металлическая трубка длиной 80мм		3980

По результатам исследований построен график, представленный на рисунке 6.

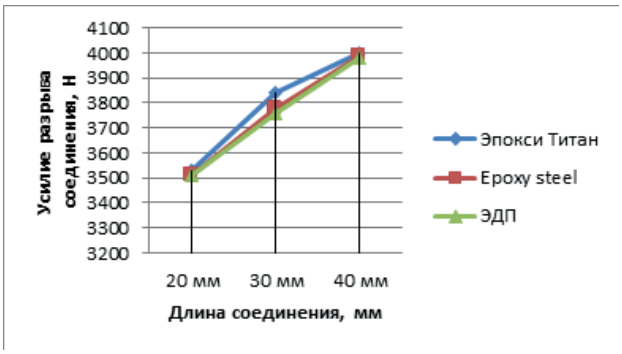


Рис. 6 – Влияние марки клея и длины клеевого соединения на прочность на разрыв композиционного прутка с металлической трубкой

Анализируя результаты исследования прочности соединения композиционных прутков с металлическими замками, можно заметить, что марка эпоксидного клея несущественно влияет на прочность соединения, поэтому принимаем наиболее распространенный и дешевый клей ЭДП ГОСТ 10587-84. В то же время с увеличением длины соединения увеличивается прочность соединения. Установлено, что соединение композиционных прутков с металлическими замками длиной 0,04 м соответствует прочности соединения клепочного соединения прутка с прорезиненными ремнями, поэтому длина соединения композиционных прутков с металлическими замками должна быть 0,04 м.

Результаты исследований композиционных прутков на ударную вязкость представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследований влияния композиционных прутков на ударную вязкость

№	Высота падения маятника, м	Площадь поперечного сечения образца F, м²	Работа деформации или разрушения образца Ан,Дж	Высота подъема маятника после разрушения, м	Ударная вязкость ан, Дж/м²	Средняя ударная вязкость ан ср. Дж/м²
1	0.2	0,000063	29,40	0	466666	650920,4
2	0.3		43,50	0	690476	
3	0,4		43,50	0,10	690476	
4	1,0		44,95	0,69	713492	
5	1,4		44,95	1,09	713492	
1	0,2	0,000054	29,40	0	544444	758703,2
2	0,3		43,50	0	805555	
3	0,4		44,95	0,09	832407	
4	1,0		43,50	0,70	805555	
5	1,4		43,50	1,10	805555	
1	0,2	0,000045	29,4	0	653333	891110,6
2	0,3		43,50	0	966666	
3	0,4		42,05	0,11	934444	
4	1,0		42,05	0,71	934444	
5	1,4		43,50	1,10	966666	

Анализ результатов исследования на ударную вязкость образцов композиционного прутка показал, что композиционные прутки имеют достаточный запас ударной прочности и даже при значительных нагрузках полностью не разрушаются, а расщепляются на волокна. Расщепление на волокна обусловлено структурой материала. Средняя величина ударной вязкости образцов из композиционного прутка составляет 766911,4 Дж/м².

Исследования прогиба композиционного прутка длиной 1,26 м проводились в трехкратной повторности. Полученные в результате исследований на изгиб показатели занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты исследований композиционного прутка на изгиб

Масса груза, кг	Прогиб прутка, мм Образец №1	Прогиб прутка, мм Образец №2	Прогиб прутка, мм Образец №3
1	2,27	2,24	2,29
2	4,49	4,45	4,51
3	6,76	6,70	6,78
4	9,24	9,20	9,29
5	11,81	11,79	11,85

Исходя из полученных данных, был построен график, изображенный на рисунке 7, и получено уравнение регрессии:

$$y = -0{,}2467 + 2386 \cdot x; \quad (1)$$

где y – вес груза (величина нагрузки), Н;

x – прогиб прутка, мм.

Адекватность полученной модели подтверждается коэффициентом детерминации $R^2 = 0{,}9988$. Все коэффициенты уравнения регрессии значимы.

Анализируя полученную зависимость, можно видеть, что с высокой вероятностью прогиб композиционного прутка осуществляется согласно закону Гука, то есть по прямой пропорциональной зависимости между нагрузкой на пруток и прогибом прутка. Установлено, что при максимально возможной нагрузке на пруток около 50 Н величина прогиба будет составлять около 0,012 м.

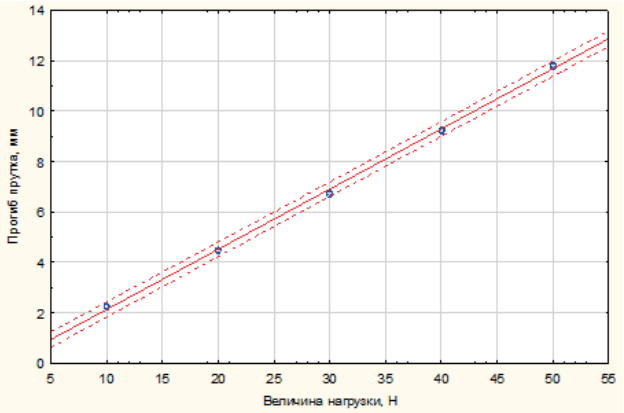


Рис. 7 – Зависимость прогиба прутка от величины сосредоточенной нагрузки при изгибе прутка

Проведенные исследования изгиба прутка показали возможность изгиба прутка до значительного угла без изменения его свойств и функциональных возможностей.

Заключение

Для обеспечения достаточной прочности соединения композиционных прутков с металлическими замками принимаем клей ЭДП ГОСТ 10587-84 и длину соединения 0,04 м, что соответствует нагрузке на соединение прутка от 3500 Н до 4000 Н. Исследования на ударную вязкость образцов композиционного прутка показали, что композиционные прутки имеют достаточный запас ударной прочности и даже при значительных нагрузках полностью не разрушаются, а расщепляются на волокна. Средняя величина ударной вязкости образцов из композиционного прутка составляет 766911,4 Дж/м². Прогиб композиционного прутка осуществляется согласно закону Гука, то есть по прямой пропорциональной зависимости между нагрузкой на пруток и прогибом прутка. Установлено, что при максимально возможной нагрузке 50 Н на пруток длиной 1,26 м величина прогиба будет составлять около 0,012 м.

Список литературы

1.Борычев С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов:дис. докт. техн. Наук / С.Н.Борычев. -Рязань, 2008. – 414с.

2.Бышов Н.В. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др]/ /Техника и оборудование для села. - 2013. – №8. –С. 22–24.

3. Повышение эффективности функционирования картофелеуборочной техники путем модернизации сепарирующих рабочих органов [Текст] / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К.Рембалович, А.А. Голиков // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВНИИКХ. - 2015.- С. 3-5.

4. Анализ конструкций прутков сепарирующих элеваторов картофелеуборочных машин [Текст] / Н.С.Жбанов, М.Ю.,Костенко, Р.В.,Безносюк [и др.] // Национальная научно-практическая конференция Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, РГАТУ, 2019. – Ч.3. – С. 205-211

5.Костенко М.Ю. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин: дис… д-ра техн. наук./ М.Ю.Костенко. – Рязань, 2011. – 345 с.

6.Успенский И.А. Основы совершенствования технологического процесса и снижения энергозатрат картофелеуборочных машин [Текст] : дис...д-ра техн. наук / И. А. Успенский . – М., 1997. - 396 с.

7.Zhbanov N.S. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhbanov, N.V.Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko // BIO Web of Conferences № 17. - 2020.

RESEARCH OF PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS USED IN POTATO HARVESTING MACHINES

ZHbanov Nikita S.*, graduate student, zbanovnikita25@gmail.com*

Kostenko Mikhail Yu., *Dr. of Tech. Sciences, Professor Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru*

Rembalovich Georgy K., *Dr. Tech. Sciences, Dean of the Faculty of Road, rgk.rgatu@yandex.ru*

Tkach Tatyana S.*, Ph.D., associate professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, university @ rgatu.ru*

Kostenko Natalya A., *Ph.D., associate professor of the Department of Construction of Engineering Structures and Mechanics, kn340010@yandex.ru*

Ryazan State University named after P.A. Kostychev

In the process of harvesting tubers, the working bodies of the potato harvester experience significant loads, which often leads to failures. From this it follows that raising the level of reliability of the functioning of the working bodies is one of the important tasks for the development of potato harvesting technology. Currently, in agricultural engineering, modernization of the working bodies is carried out using innovative materials, new technologies, which leads to a qualitative improvement in the harvesting process, lowering energy costs, as well as losses of potato tubers. One of the main tasks in introducing a new material (in this case, composite material) as a structural element is to determine the physical and mechanical characteristics of the introduced material, followed by analysis and establishing the possibility of using the material in the construction of agricultural machinery. To accomplish this task, a number of studies were carried out: a study of the strength of the connection of composite rods with metal tubes; impact strength test of composite rods; study of composite bending bars. The properties of composite rods under shock loads can differ significantly from properties under static loading. Based on the test data, the reliability of composite rods is evaluated. The bending test is one of the most effective methods for determining the modulus of elasticity, the value of which directly affects the separation quality of the considered elevator. As a result of the studies, indicators of the strength of the connection of the rods with metal locks were obtained, as well as the best adhesive brands for this connection, the parameters of the locks were identified. The impact strength tests made it possible to establish the resistance index of composite rods to impact loads. Bending studies made it possible to establish acceptable load values at which the elevator with composite rods can be operated. Based on the analysis of the data

obtained as a result of the tests, it was found that the physicomechanical characteristics of the composite bar satisfy the requirements for using this material in the working bodies of potato harvesters.

Key words: *composite materials, impact strength, bending of the bar,, elevator bars, separation, potato harvesting technology.*

Literature

1.Borychev S.N. Mashinnye tekhnologii uborki kartofelya s ispol'zovaniem usovershenstvovannyh kopatelej, kopatelej-pogruzchikov i kombajnov / S.N. Borychev // Dis. dokt. tekhn. nauk. Ryazan', 2008. – 414s.

2.Byshov, N.V. Perspektivnye napravleniya i tekhnicheskie sredstva dlya snizheniya povrezhdenij klubnej pri mashinnoj uborke kartofelya [Tekst] / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich, V.G. Selivanov / Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2013. – №8. –C. 22–24.

3.Byshov, N.V. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya kartofeleuborochnoj tekhniki putem modernizacii separiruyushchih rabochih organov [Tekst] / N.V. Byshov, I.A. Uspenskij, G.K.Rembalovich, A.A. Golikov / Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu VNIIKKH. 2015.- S. 3-5.

4.ZHbanov, N.S. Analiz konstrukcij prutkov separiruyushchih elevatorov kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] / N.S.ZHbanov, M.YU.,Kostenko, R.V.,Beznosyuk i dr. // Nacional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – Ryazan', RGATU, 2019. – CH.3. – S. 205-211

5.Kostenko M.YU. Tekhnologiya uborki kartofelya v slozhnyh polevyh usloviyah s primeneniem innovacionnyh reshenij v konstrukcii i obsluzhivanii uborochnyh mashin. / M.YU. Kostenko. Dis… d-ra tekhn. nauk. – Ryazan', 2011. – 345 s.

6.Uspenskij I.A. Osnovy sovershenstvovaniya tekhnologicheskogo processa i snizheniya energozatrat kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] : dis...d-ra tekhn. nauk : / Uspenskij I.A. – M., 1997. - 396 s.

7.Zhbanov N.S. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhbanov, N.V.Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko / BIO Web of Conferences 17. 2020.

УДК 631.331.54

DOI 10.36508/RSATU.2020.42.40.011

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОСЕВА СЕМЕННИКОВ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

ОВЧИННИКОВ Владимир Анатольевич, *канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И. Лещанкина, ovchinnikovv81@rambler.ru*

ЧАТКИН Михаил Николаевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И. Лещанкина, chatkinm@yandex.ru*

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Мелкосеменные культуры, такие как люцерна, клевер, рапс являются прекрасными кормовыми культурами и предшественниками для сельскохозяйственного производства. Нельзя забывать и о том, что из семян некоторых мелкосеменных культур производят альтернативные виды топлива, что весьма актуально при снижении мировых запасов углеводородов. Одним из таких видов топлива является рапсовое масло, выход которого из семян рапса достигает 38 - 40 %. Кроме того, данный вид масла широко применяется в металлургической, лакокрасочной, текстильной и пищевой промышленности (по вкусовым и пищевым достоинствам приравнивается к подсолнечному и соевому маслам). Из вышеизложенного следует, что возделывание мелкосеменных культур является одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса страны. Наиболее значимой и технологически сложной для выполнения операцией при возделывании мелкосеменных культур является посев. Во время посева осуществляется несколько технологических процессов, включающих дозирование семян, формирование бороздки, укладку в нее семян с последующей заделкой. Качественное выполнение дозирования семенного материала обеспечивает повышение полевой всхожести семян и оптимальное размещение растений по площади питания. Наряду с повышением равномерности распределения семян особое внимание при посеве мелкосеменных культур, в связи с их малыми раз-

© Овчинииков В. А., Чаткин М. Н., 2020 г.

мерами, уделяется травмированию и повреждению семенного материала. Травмирование семян наносит значительные убытки, так как урожайность травмированных семян снижается. Проведенный анализ работ отечественных и зарубежных исследователей показал, что рабочие органы машин для посева мелкосеменных культур изучены недостаточно, а выпускаемые серийно сеялки, приспосабливаемые для этих целей, не в полной мере отвечают агротехническим требованиям. Установлено, что пересев семенного материала достигает 50 %, что весьма затратно при высокой стоимости семян некоторых мелкосеменных культур. Разработанные на кафедре мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин МГУ им. Н.П. Огарева технические средства позволяют исключить данные недостатки. Кроме того, предложенный способ и технические средства позволяют повысить качество посева семенников мелкосеменных культур, что обеспечит повышение урожайности семян на 8,9-10 % при соблюдении заданных малых норм высева.

Ключевые слова: *мелкосеменные культуры, семенники, высевающий аппарат, комбинированный сошник, равномерность распределения, способ посева.*

Введение

Технологические риски являются наиболее значимыми в сфере продовольственной безопасности страны. За счет нерационального использования, а в большинстве случаев отсутствия семенного материала отечественное растениеводство создает риски с обеспечением животноводства качественными кормами. От этого зависит эффективность животноводства, которая во многом обусловлена наличием производства собственных высококачественных кормов.

Особую ценность в производстве кормов занимают многолетние травы. В сбалансированных рационах для различных видов животных многолетние травы отличает питательная ценность, высокая урожайность, поэтому они являются неотъемлемой частью в создании необходимой кормовой базы. Качество получаемого корма и урожайность многолетних трав зависят от длительности использования посевов в севообороте. Посевы клевера через год, а люцерны после трех лет пользования требуют замены. Поэтому для стабильного воспроизводства посевов многолетних трав на каждые 100 га посевов необходимо иметь не менее 10 га семенников, посеянных семенами высоких репродукций [1]. Только таким образом можно обеспечить гарантированное производство семян кормовых культур для своевременной замены низкоурожайных участков и обеспечения стабильного кормопроизводства.

Ученые и практики рекомендуют технологию возделывания семенников многолетних трав широкорядным способом [2]. В таком случае создаются условия для более равномерного получения растениями световой энергии, цветения, опыления, завязывания и созревания семян, а для механической борьбы с сорняками в междурядьях, когда растения ослаблены, рекомендуется использовать пропашные культиваторы. Важно правильно, без загущения распределить семена вдоль рядков, что предопределяет посев как один из наиболее ответственных операций. Именно во время посева происходит распределение семян по площади питания и глубине заделки для получения дружных, не конкурирующих между собой, всходов растений.

Другой отличительной особенностью возделывания семенников многолетних трав, в большинстве своем мелкосеменных культур, являются высокая стоимость семян, относительно малые нормы высева и небольшая глубина заделки семян [3]. Указанные показатели не могут обеспечить посевные машины, которыми владеют большинство сельскохозяйственных товоропроизводителей, занимающихся производством собственных семян для возделывания мелкосемянных культур.

Анализ технических средств и литературных источников по данной тематике свидетельствует о том, что конструкции сеялок для посева семенников мелкосеменных культур широкорядным способом, удовлетворяющих агротехническим требованиям к посеву, не существует. Одними из главных недостатков большинства таких сеялок является используемый в них, как правило, катушечный высевающий аппарат, который в силу своих конструктивных особенностей не способен равномерно дозировать мелкие семена с малыми нормами высева, а применяемые дисковые сошники – обеспечить равномерность заделки семян на глубину 1-3 см [4-6]. Из-за неравномерного распределения семян происходит загущение посевов, в результате растения с самых ранних этапов развития оказываются в жесточайшей конкуренции между собой и сорняками, что неблагоприятно сказывается на технологических свойствах, количестве и качестве будущего урожая (рис. 1). Кроме того, неравномерность высева становится причиной полегания растений, что, в свою очередь, затрудняет механизированную уборку, увеличивает потери и снижает агробиологические свойства урожая семян.

Результаты исследований и их обсуждение

С целью устранения вышеупомянутых недостатков в Институте механики и энергетики МГУ имН.П. Огарева ведутся исследования в области повышения качества посева семенников мелкосеменных культур. Они позволили разработать высевающие аппараты, способные осуществлять высев мелкосеменных культур малыми нормами с минимальной степенью травмирования семян [7]. По результатам исследований доказано, что использование посевных машин с экспериментальными дозаторами позволяет экономить до 47 % семенного материала с повышением урожайности семян на 8,9-10 % [8]. Исследованиями подтверждено преимущество широкорядных посевов при возделывании семенников мелкосеменных культур.

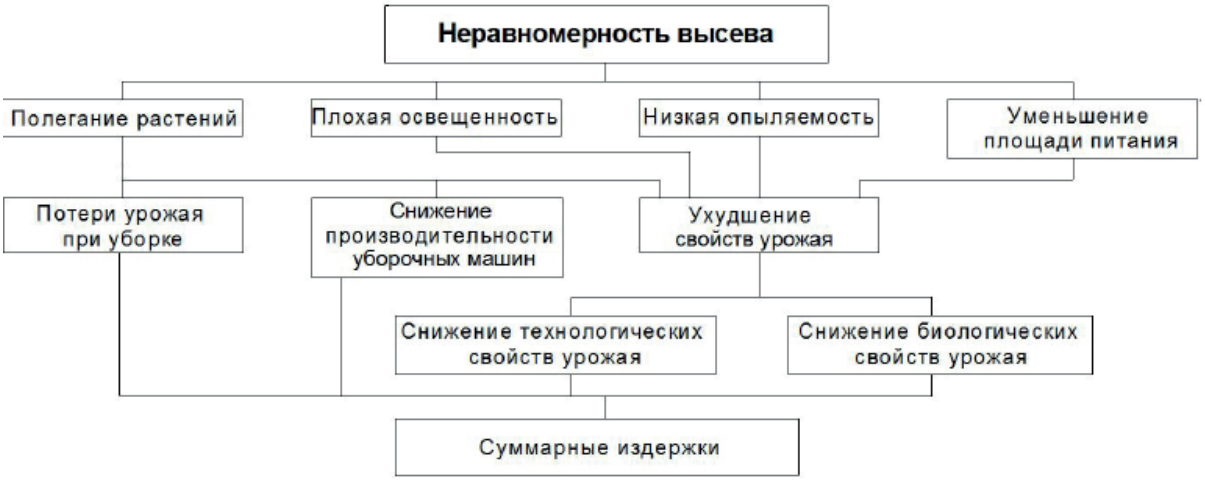
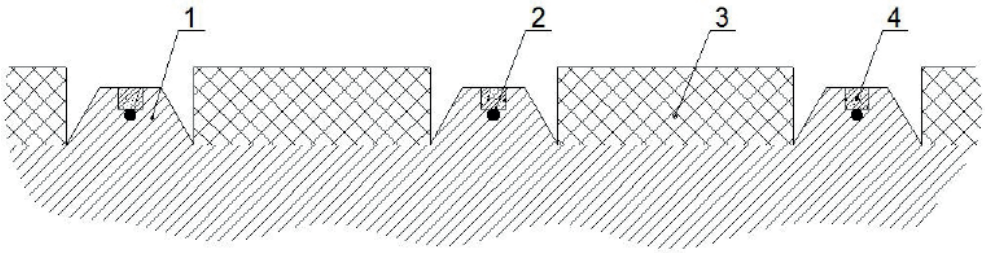


Рис. 1 – Структурная схема издержек от неравномерности высева

Для посева мелкосеменных культур разработаны комбинированные сошники, позволяющие осуществлять равномерное распределение семян по глубине заделки в уплотненное ложе, благодаря чему увеличивается контакт семян с почвой, что благоприятно влияет на их полевую всхожесть [5]. Положительным моментом данного способа является то, что растения получают больше солнечного света, а это благоприятствует увеличению количества соцветий и их хорошему опылению [9].

Нами в продолжение указанных исследований предложен способ широкорядного посева мелкосеменных культур и устройство для его осуществления [10]. Способ учитывает технологические особенности возделывания семенников трав, требования к размещению мелких семян при посеве и особенности вегетации растений в первый период их жизни. Для получения дружных всходов семена заделываются в предварительно подготовленную почву. Для этого в процессе подготовки структурные агрегаты почвы должны быть сопоставимы с размерами семян, что служит основанием для хорошего контакта семян с почвой и получения дружных всходов.

Особенностью предложенного способа является наличие гребнистых профилей 1, находящихся ниже уровней междурядий 3 (рис. 2). Укладка семян 2 производится на вершины сформированных гребнистых профилей с последующим их заделыванием мульчирующим слоем почвы 4.



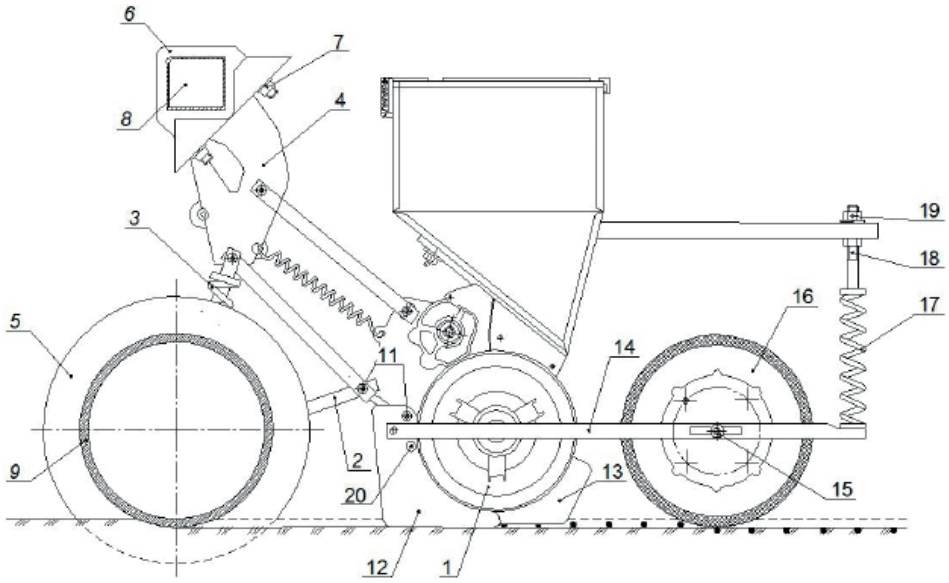
1 – гребень; 2 – семена; 3 – междурядье; 4 – мульчирующий слой

Рис. 2 – Широкорядный способ посева семенников мелкосеменных культур

Посев данным способом осуществляется сеялочным агрегатом, оснащенным экспериментальными посевными секциями (рис. 3). При движении посевного агрегата по обработанному полю каток-гребнеобразователь 5 уплотняет почву, формирует гребнистый профиль и нарезает с помощью реборды 9 гребни с бороздкой глубиной 1 см на его вершине (рис. 2). Семена, поступившие в уплотнённую и влажную почву с высевающего аппарата 1 (рис. 3), направителем 13 отправляются в бороздку, где плотно вдавливаются профилированным катком 16 с усилием сжатия пружины 17 в вершины гребней. Штифт 20 ограничивает максимальную глубину заделки семян. Подвижная подвеска катка-гребнеобразователя 5 и профилированного катка 16 обеспечивает копирование рельефа поля.

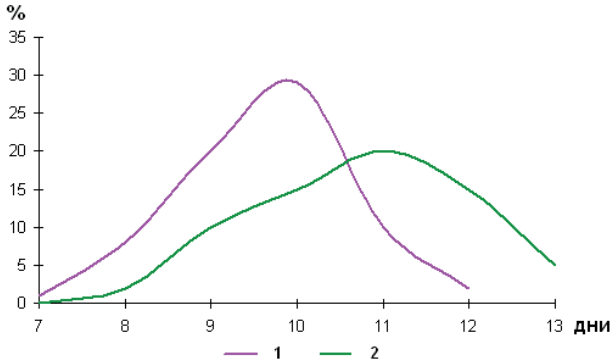
Предлагаемый способ позволит повысить качество высева мелкосеменных культур. Этому способствуют укладка семян в уплотненную, увлажненную почву и равномерному их распределению по глубине заделки. Причем гребни, находящиеся ниже уровня междурядий, будут лучше прогреваться и сохранять солнечное тепло, аккумулировать как почвенную, так и атмосферную влагу.

Проведены предварительные исследования по оценке эффективности предлагаемого широкорядного посева мелкосемянных культур на примере динамики появления всходов семян люцерны, которые доказывают неоспоримые преимущества предлагаемого способа посева (рис. 4). Из рисунка 4 следует, что при гребневой технологии интенсивность появления всходов выше. Они появляются раньше, а наибольшее количество всходов наблюдается на 10-й день.



1 – высевающий аппарат; 2 – рычаг; 3 – демпферная стойка; 4 – кронштейн; 5 – каток-гребнеобразователь; 6 – хомут; 7 – гайка; 8 – поперечный брус; 9 – реборда; 10 – чистик; 11 – болт; 12 – ветрозащитная пластина; 13 – направитель; 14 – рычаг; 15 – гайка; 16 – каток; 17 – пружина; 18 – регулировочный болт; 19 – стопорная гайка; 20 – штифт

Рис. 3 – Посевная секция



1 – предлагаемая (гребневая) технология; 2 – традиционная (по гладкой поверхности)

Рис. 4 – Динамика появления всходов люцерны в зависимости от способа посева

В итоге улучшаются условия прорастания семян, а мульчирующий слой почвы, которым прикрыты семена, не оказывает существенного сопротивления появлению всходов. С другой стороны, семена сорняков, находящихся в междурядьях после предпосевной обработки, оказываются во вспушенной почве. Из-за плохого контакта с почвой, быстрого ее высыхания и отсутствия доступа к подпочвенной влаге происходит резкое снижение их полевой всхожести. Следовательно, культивируемые в гребнях растения в связи с изменением стартовых условий развития не будут угнетаться со стороны сорняков в первые периоды жизни. Они раньше укоренятся в почве и подготовятся к условиям механической и химической обработок междурядий и посевов. Это усиливает способность культивируемых растений к сопротивлению воздействиям сорняков на их развитие как в первый период вегетации, так и при последующих обработках. Создаются лучшие условия для роста, плодоношения, получения качественного семенного материала и к дальнейшему проведению уборочных работ с использованием зерноуборочных комбайнов.

Заключение

1.Разработанный способ посева и технические средства для его исполнения позволяют повысить качество посева семенников мелкосеменных культур; это обеспечит повышение урожайности и соблюдение заданных малых норм высева, что весьма актуально при высокой стоимости семян большинства мелкосеменных культур.

2.Новый способ посева дает возможность культивируемым растениям вследствие изменения стартовых условий развития на гребнях получать меньшее угнетение со стороны сорняков в первые периоды жизни. Семена раньше укореняются в почве, лучше подготавливаются к условиям механической и химической обработки, плодоношению, уборке посевов и получению качественного семенного материала.

Список литературы

1. Овчинников, В. А. Повышение эффективности машин для посева мелкосеменных культур: монография; науч. ред. - д-р техн. наук М. Н. Чаткин / В. А. Овчинников. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 104 с.

2. Овчинников, В.А. Особенности возделывания люцерны на семена / В.А. Овчинников, С.Б. Драняев, В.В. Жегалин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – С. 15 – 18.

3. Липатов, В. И. Люцерна / В. И. Липатов, А. П. Еряшев // Саранск : Мордов. кн. изд-во, 1990. – 173 с.

4. Фирсов, А. С. Перспективы развития дис-

ковых высевающих аппаратов / А. С. Фирсов, В. В. Голубев // Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – №1. – С. 18 – 22.

5. Овчинников, В. А. Комбинированный сошник для широкорядного посева / В. А. Овчинников, М. Н. Чаткин // Сельский механизатор. – 2016. – № 9. – С. 4 – 5.

6. Ларюшин, Н.П. Высевающий аппарат зерновой сеялки с увеличенным объемом желобков катушки. Теория, конструкция, расчет / Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков, В.В. Шумаев, Р.Р. Девликамов. – Пенза. 2019. – 176 с.

7. Овчинников, В.А. Результаты исследований повреждения семян мелкосеменных культур дисковым высевающим аппаратом // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 2. С. 190 – 197.

8. Овчинников, В. А. Повышение эффективности машин для посева мелкосеменных культур // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017. С. 14 – 22

9. Кутепов, О. Н. Широкорядный посев семенников люцерны / О. Н. Кутепов, Г. С. Сорока // Механизация сел. хоз-ва. – 1981. – № 3. – С. 26 – 27.

10. Пат. 2567210 Российская Федерация, МПК A01B79/02, A01C5/08, A01B49/06. Способ широкорядного посева мелкосеменных культур и устройство для его осуществления / В. А. Овчинников, Д. А. Овчинников, М. Н. Чаткин; заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. – № 2014102828/13; заявл. 28.01.2014; опубл. 10.11.2015, Бюл. № 31.

IMPROVEMENT OF QUALITY OF SEEDING OF SEEDS OF SMALL SEED CROPS

Ovchinnikov Vladimir A., *candidate of technical sciences, Associate Professor, «Ogarev Mordovia State university»,ovchinnikovv81@rambler.ru*

Chatkin Mikhail N., *doctor of technical sciences, Professor, «Ogarev Mordovia State university», chatkinm@yandex.ru*

Small-seeded crops such as alfalfa, clover, and rapeseed are excellent forage crops for agricultural production. We should not forget that alternative fuels are produced from the seeds of some small-seeded crops, which is very important when the world's hydrocarbon reserves are declining. One of these fuels is rapeseed oil, whose yield from rapeseed seeds reaches up to 38-40 %. In addition, this type of oil is widely used in the metallurgical, paint, textile and food industries (in terms of taste and nutritional advantages, it is equated to sunflower and soy oil). From the above, it follows that the cultivation of small-seed crops is a priority for the agro-industrial complex of the country. One of the most significant and technologically complex operations for the cultivation of small-seeded crops is seeding. When sowing, several technological processes are carried out, including seed dosing, forming a furrow, placing seeds in it with subsequent sealing. High-quality performance of seed material dosing provides an increase in field germination of seeds and optimal placement of plants on the feeding area. Along with increasing the uniformity of the distribution of seeds, special attention is paid to the injury of seed material when sowing small-seeded crops, due to their small size. Injury to seeds causes significant losses, as the yield of injured seeds is reduced. The analysis of the work of domestic and foreign researchers has shown that the working bodies of machines for sowing small-seeded crops are not sufficiently studied, and serially produced seeders that are adapted for these purposes do not fully meet the agrotechnical requirements. It has been found that the re-sowing of seed material reaches 50%, which is very expensive with the high cost of seeds of some small-seeded crops. The technical means developed at the Department of mobile power tools and agricultural machines of the Ogarev Mordovia State university allow us to eliminate these disadvantages. In addition, the proposed method and technical means allow to improve the quality of seed sowing of small-seeded crops, which will ensure an increase in seed yield by 8.9-10% and compliance with the specified small seeding rates.

Key words: *small-seed crops, seed plants, sowing apparatus, combined opener, uniform distribution, method of sowing.*

Literatura

1. Ovchinnikov, V. A. Povyshenie effektivnosti mashin dlya poseva melkosemennyh kul'tur: monografiya; nauch. red. - d-r tekhn. nauk M. N. CHatkin / V. A. Ovchinnikov. – Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2013. – 104 s.

2. Ovchinnikov, V.A. Osobennosti vozdelyvaniya lyucerny na semena / V.A. Ovchinnikov, S.B. Dranyaev, V.V. ZHegalin // Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemy. – Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2013. – S. 15 – 18.

3. Lipatov, V. I. Lyucerna / V. I. Lipatov, A. P. Eryashev // Saransk : Mordov. kn. izd-vo, 1990. – 173 s.

4. Firsov, A. S. Perspektivy razvitiya diskovyh vysevayushchih apparatov / A. S. Firsov, V. V. Golubev // Agrotekhnika i energoobespechenie. – 2015. – №1. – S. 18 – 22.

5. Ovchinnikov, V. A. Kombinirovannyj soshnik dlya shirokoryadnogo poseva / V. A. Ovchinnikov, M. N. CHatkin // Sel'skij mekhanizator. – 2016. – № 9. – S. 4 – 5.

6. Laryushin, N.P. Vysevayushchij apparat zernovoj seyalki s uvelichennym ob"emom zhelobkov katushki. Teoriya,konstrukciya,raschet/N.P.Laryushin,A.V.SHukov,V.V.SHumaev,R.R.Devlikamov.–Penza.2019.–176s.

7. Ovchinnikov, V.A. Rezul'taty issledovanij povrezhdeniya semyan melkosemennyh kul'tur diskovym vysevayushchim apparatom // Vestnik Mordovskogo universiteta. 2017. T. 27, № 2. S. 190 – 197.

8. Ovchinnikov, V. A. Povyshenie effektivnosti mashin dlya poseva melkosemennyh kul'tur // Resursosberegayushchie ekologicheskibezopasnyetekhnologiiproizvodstvaipererabotkisel'skohozyajstvennoj produkcii. – Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2017. S. 14 – 22

9. Kutepov, O. N. SHirokoryadnyj posev semennikov lyucerny / O. N. Kutepov, G. S. Soroka // Mekhanizaciya sel. hoz-va. – 1981. – № 3. – S. 26 – 27.

10. Pat. 2567210 Rossijskaya Federaciya, MPK A01V79/02, A01S5/08, A01V49/06. Sposob shirokoryadnogo poseva melkosemennyh kul'tur i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya / V. A. Ovchinnikov, D. A. Ovchinnikov, M. N. CHatkin; zayavitel' i patentoobladatel' Nacional'nyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogareva. – № 2014102828/13; zayavl. 28.01.2014; opubl. 10.11.2015, Byul. № 31.

УДК 631.356.01 ***DOI 10.36508/RSATU.2020.71.55.012***

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕБЛЕЙ КАРТОФЕЛЯ

ОРЕШКИНА Мария Владимировна, *д-р техн. наук, профессор кафедры технических систем в агропромышленном комплексе, oreshkina.mariya@yandex.ru*

КРЫГИНА Евгения Евгеньевна, *аспирант кафедры технических систем в агропромышленном комплексе, zhenyak@yandex.ru*

КРЫГИН Станислав Евгеньевич, *ст. преподаватель кафедры технических систем в агропромышленном комплексе, stanislav-krygin@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

Картофель имеет большое народно-хозяйственное значение, используется на продовольственные, технические и кормовые цели. В Рязанской области в 2018 году картофель возделывался на площади 21,7 тыс. га. Средняя урожайность составила 148,5 ц/га. Новые клубни начинают формироваться в фазе бутонизации и цветения. В этот период картофель должен быть обеспечен необходимым количеством питательных веществ и влаги, рыхлятся междурядья для обеспечения воздухообменных процессов у корней. Наибольшая масса ботвы наблюдается в фазе развития на побеге листьев 3-го и 4-го порядков, в фазе отмирания масса ботвы уменьшается, но увеличивается масса клубней. Повреждение ботвы рабочими органами машин для междурядной обработки может привести к распространению вирусов картофеля, развитию ризоктониоза, к снижению урожайности. Целью исследований является определение размерных и прочностных характеристик стеблей ботвы картофеля сортов «Латона» и «Гала». На разрывной машине образцы картофельной ботвы испытывались на разрыв, на специальной установке исследовалась их жесткость. Ботва относится к упруго-вязким материалам. Прочностные свойства ботвы и упругость зависят от степени её созревания – зеленая, увядшая, сухая. Исследованиями установлено, что в кусте сорта «Латона» бывает от 2 до 10 стеблей длиной от 46 до 1332 см. Для сорта «Гала» характерно от 3 до 9 стеблей длиной 38-96 см. Среднее усилие разрыва зеленых стеблей сорта «Латона» составляет 335,6 Н, сорта «Гала» – 236,1 Н, а для сухих стеблей 210,3 Н и 192,4 Н соответственно. Для зеленой ботвы жесткость стеблей диаметром 8,5 мм изменяется от 11890 Н·мм² до 6030 Н·мм², для увядшей ботвы – от 2922 Н·мм² до 1616 Н·мм², для сухой – от 2450 Н·мм² до 1870 Н·мм².

Ключевые слова: *картофель, физико-механические свойства картофельной ботвы, испытание на разрыв, изгиб.*

Введение

При уборке картофеля комбайнами и картофелеуборочными машинами показатели надежности выполнения технологического процесса и производительность применяемых машин в значительной степени зависят от количества и состояния картофельной ботвы и прочих растительных примесей. Ряд исследователей отмечают, что при сильно развитой и полёглой ботве из-за забивания рабочих органов производительность уборочных машин резко падает, а в отдельных случаях их работа вообще невозможна [1,5].

В конструкции картофелеуборочных комбайнов имеются рабочие органы для удаления картофельной ботвы и растительных остатков (корней, сорняков, столонов), которые в ряде случаев работают неудовлетворительно.

С развитием картофелеуборочной техники совершенствуется технология уборки, которая включает обязательное удаление ботвы картофеля и растительных остатков. Поэтому в настоящее время все большее применение находят ма-

© Орешкина М. В., Крыгина Е. Е., Крыгин С. Е., 2020 г.

шины для предварительного удаления ботвы [1].

К настоящему времени при комбайновой уборке определились два направления по удалению ботвы:

– удаление ботвы с поля до подкапывания клубней специальными машинами для предварительного удаления ботвы [1] или специальными ботвоудалителями картофелеуборочных комбайнов [8];

– отделение ботвы от клубней в картофелеуборочных комбайнах.

Настройка машин на режимы работы, обоснованное проектирование рабочих органов и технологических процессов невозможны без знаний физико-механических свойств почвы и возделываемой культуры. Необходимость исследований физико-механических свойств объясняется тем, что последние во многом зависят от условий выращивания культуры: рельефа местности, положения опытного участка, почвы, предшественника, количества и качества внесенных удобрений и др. Влияют также погодные условия, температура, осадки и влажность воздуха. Кроме того, селекционеры постоянно ведут работу по созданию и внедрению новых сортов. Например, в Государственный реестр селекционных достижений было внесено и допущено к использованию в 2017 году 19 новых сортов картофеля, в 2018 году – 17 и в 2019 году – 21 новый сорт [9]. Всё это говорит о необходимости постоянного исследования и уточнения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений [2,3,4,6].

Типовая программа изучения физико-механических свойств включает характеристику культуры, характеристику органов растения по свойствам поверхности при трении, а также их прочность. Ряд физико-механических свойств картофельной ботвы достаточно полно изучены, а некоторые, в частности, для сортов картофеля «Латона» и «Гала», требуют изучения.

Целью исследования является изучение физико-механических свойств стеблей ботвы картофеля.

Методика проведения исследования

Испытания проводились по типовой методике в соответствии с ГОСТ Р 54781-2011 «Машины для уборки картофеля. Методы испытаний». Исследования физико-механических свойств проводились на опытном поле УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ во время испытаний экспериментальных картофелекопателей и картофелеуборочного комбайна ККС-1 на сортах «Латона» и «Гала». Во время исследований для каждого сорта по диагонали поля в 10 местах было взято по 5 кустов. По этим кустам определялись количественные и размерно-весовые показатели для ботвы и клубней. Биологическая урожайность клубней и ботвы определялась на выделенных учетных площадках длиной 14,3 м и шириной 1,4 м. На этих площадках замерялось расстояние между гнездами картофеля и ширина междурядий.

Для большинства сельскохозяйственных растений геометрическое сечение можно определить как площадь кольца, однако стебель картофеля в сечении пустотелый, имеет граненую форму (трехчетырехгранную крылатую) (рис. 2), поэтому площадь геометрического сечения можно определить по отпечатку на координатной бумаге.

Рис. 2 – Поперечные сечения картофельных стеблей

Наиболее обобщенной характеристикой стеблей может выступать их жесткость, учитывающая модуль пропорциональности E и момент сечения стебля J. Для определения жесткости обычно применяют метод вибрации.

Нами для определения жесткости стеблей в статических условиях применен метод изгиба стеблей. Представим испытуемую часть стебля в виде прямой, защемленной одним концом балки (рис. 3) с одинаковым поперечным сечением по всей длине. Тогда прогиб стебля определится как

$$f_u = \frac{P_u \, l_u^3}{3 \cdot EJ},$$

где $f_и$ – прогиб стебля, мм;

$P_и$ – усилие изгиба, Н;

$l_и$ – плечо усилия изгиба, мм;

EJ – жесткость стебля, Н·мм².

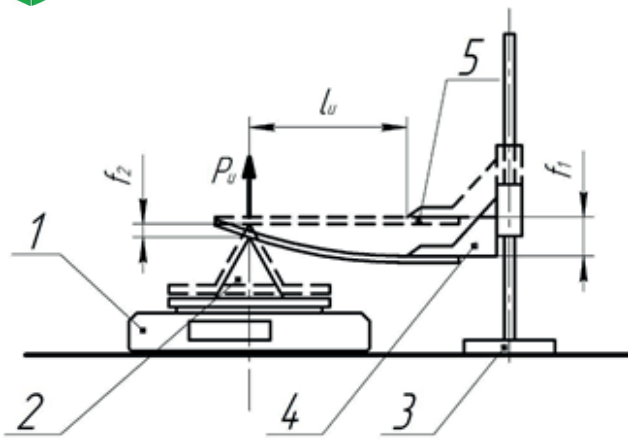
Жесткость стебля определится из зависимости

$$EJ = \frac{P_u \, l_u^3}{3 \cdot f_u}.$$

Пробы стеблей испытывались на изгиб на установке, состоящей из весов 1, на платформе которых располагается призма 2, штатива 3 с мерной линейкой и передвижным стебледержателем 4. При опытах стебель 5 одним концом крепился в стебледержателе, а другой конец стебля касался призмы. Величина усилия изгиба $P_и$ равна показанию весов, а прогиб определялся по соотношению

$$f_u = f_1 - f_2,$$

где f_1, f_2 – высота опускания стебледержателя и призмы соответственно при данных показаниях весов.

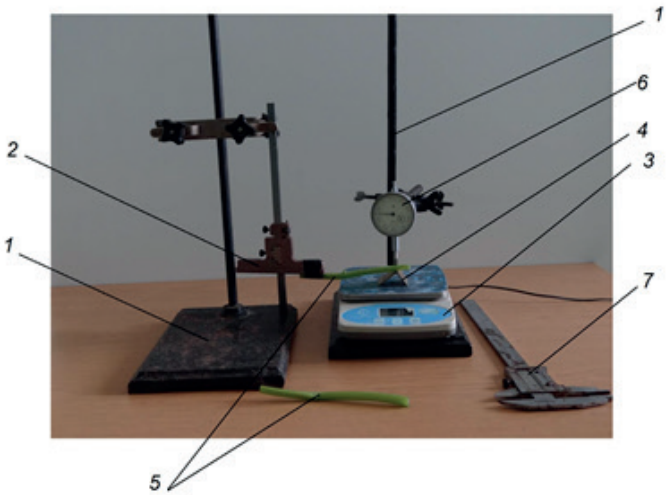


1 – весы; 2 – призма; 3 – штатив; 4 – стебледержатель; 5 – испытуемый стебель; f_1 и f_2 – высота опускания стебледержателя и призмы соответственно; Ри – усилие изгиба; /и – плечо усилия изгиба

Рис. 3 – Схема установки для определения жесткости стеблей картофельной ботвы

Для определения усилия изгиба использовались электрические весы ВСП-0,5/0,1-1, а в качестве штатива с линейкой – штангенглубиномер ШГ 200-0,05, к основанию которого крепился испытуемый стебель. Величина перемещений призмы определялась при помощи индикатора часового типа (индикаторной головки) ИЧ-10 с точностью отсчета 0,01 мм. С целью исключения концентрации напряжений в месте крепления конец стебля равномерно и без натяжения обворачивался липкой лентой и этим же концом закреплялся на стебледержателе, радиус профиля изгибающей призмы принят 3 мм (по рекомендациям для толстостебельных культур).

Опыты проводилось следующим образом. К основанию штангенглубиномера 2 (рис. 4), закрепленного в штативе 1, липкой лентой крепился образец стебля 5. При опускании основания стебель касался вершины призмы. Это служило начальной точкой. В журнале наблюдений фиксировалось положение основания и выставлялось на ноль показание индикаторной головки, фиксировалась винтом рамка микрометрической подачи штангенглубиномера. Затем, медленно вращая гайку микрометрической подачи штангенглубиномера, опускали стебледержатель с закрепленным стеблем вниз, через небольшие интервалы (1-5 мм) записывали при каждом фиксированном положении высоту установки стебледержателя и показания весов и индикаторной головки. Испытание каждого образца на изгиб производилось в двух взаимноперпедикулярных плоскостях. Исследовались зеленые, увядшие и сухие стебли.



1 – штатив, 2 – штангенглубиномер, 3 – весы, 4 – призма, 5 – образцы испытываемых стеблей, 6 – измерительная головка, 7 – штангенциркуль

Рис. 4 – Общий вид установки для испытаний стеблей на изгиб

Результаты исследований

Экспериментальные данные обрабатывались методами математической статистики. Результаты определения числа стеблей и их длины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Размерная характеристика стеблей ботвы

Сорт	Число стеблей в кусте, шт.			Длина стебля, см		
	минимальное	максимальное	среднее	минимальная	максимальная	средняя
Латона	2	10	6,1	46	1232	72,6
Гала	3	9	5,1	38	96	62,4

Для двух состояний ботвы (сухая и зеленая) были определены усилия разрыва (табл. 2).

Таблица 2 – Усилие на разрыв стеблей ботвы

Сорт картофеля	Средний диаметр стеблей ботвы, мм	Состояние ботвы	Среднее усилие разрыва стеблей, Н
Латона	8,6	Сухая	210,3
	8,4	Зеленая	335,6
Гала	10,4	Сухая	192,4
	9,9	Зеленая	236,1

Методом корреляционного анализа оценивалась взаимосвязь между усилием изгиба Pи и величиной прогиба стебля fи. Коэффициент корреляции находился в пределах 0,941-0,997, что указывает на сильную прямую корреляционную связь. На рисунке 5 приведен график жесткости стеблей в зависимости от величины прогиба и влажности (зеленая ботва – влажность W=94-95 %, увядшая ботва – влажность W=82-85 %, сухая ботва – влажность W=18-24 %)

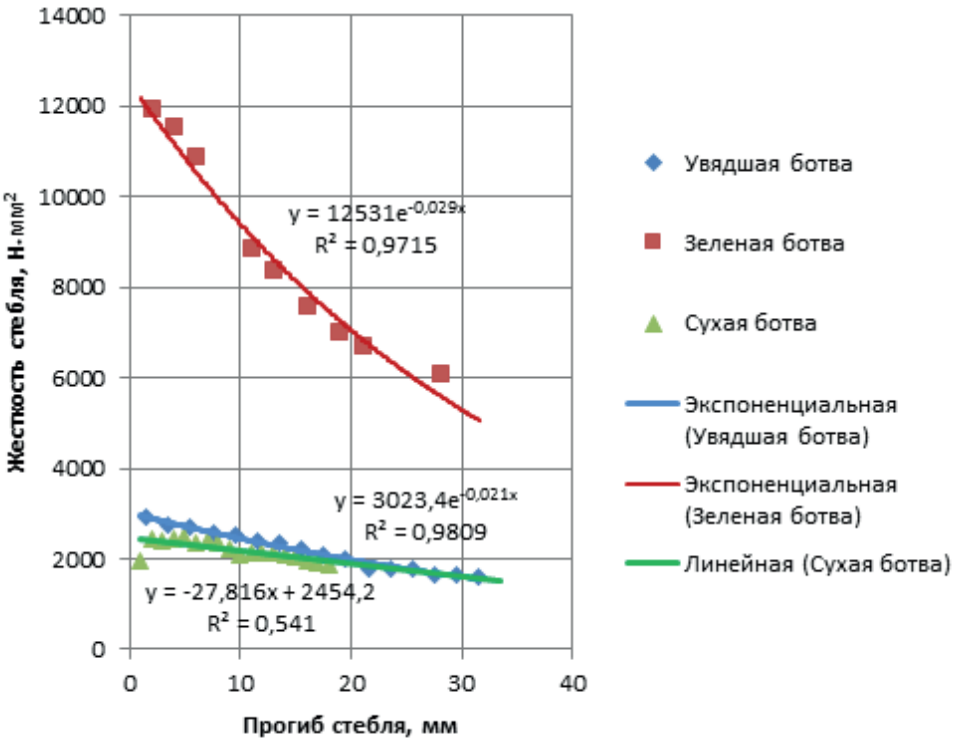


Рис. 5 – Жесткость стеблей картофельной ботвы средним диаметром 8,2 мм в зависимости от влажности стеблей

Из графика видно, что с увеличением прогиба жесткость стебля уменьшается. Для зеленой ботвы – от 11890 Н·мм² до 6030 Н·мм², для увядшей ботвы – от 2922 Н·мм² до 1616 Н·мм² , для сухой – от 2450 Н·мм² до 1870 Н·мм².

Нелинейное изменение жесткости стеблей в зависимости от величины прогиба может быть объяснено тем, что большинство стеблей растений представляют собой упруговязкие материалы, у которых зависимость между напряжением и относительной деформацией является нелинейной. На такие свойства стеблей растений указывал профессор Н.Е. Резник. Он отмечал, что «принятие таких материалов за упругие, т.е. подчиняющиеся закону Гука и обладающие постоянным модулем упругости, является лишь более или менее правомерным допущением, позволяющим упростить задачу. Для упруговязких материалов коэффициент пропорциональности между напряжением и относительной деформацией правильней назвать модулем деформации» [7].

Заключение

В результате исследований физико-механических свойств стеблей установлено, что в кусте сорта «Латона» бывает от 2 до 10 стеблей длиной от 46 до 1332 см. Для сорта «Гала» характерно от 3 до 9 стеблей длиной 38-96 см. Среднее усилие разрыва зеленых стеблей сорта «Латона» составляет 335,6 Н, сорта «Гала» – 236,1 Н, а для сухих стеблей – 210,3 Н и 192,4 Н соответственно. Стебли картофельной ботвы относятся к упруговязким материалам и с уменьшением влажности жесткость снижается.

Полученные результаты исследований физико-механических свойств стеблей картофеля могут быть использованы при проектировании техни-

ческих средств для междурядной обработки картофеля, рабочих органов картофелеуборочных комбайнов и машин для предуборочного удаления картофельной ботвы.

Список литературы

1. Абдрахманов, Р.К. Машины для механического удаления ботвы сельскохозяйственных культур и их классификация [Текст] / Р.К. Абдрахманов, М.Н. Калимуллин //Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса и лесного хозяйства». – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2007. – с. 53-57.

2. Борычев, С. Н. Некоторые физико-механические свойства культуры картофеля, определяющие работу ботвоудаляющих устройств/С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, И. А. Успенский. [Текст] // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства : Сборник научных трудов . - Самара, 2000. - С. 124-126.

3. Борычев, С.Н. Анализ способа ботвоудаления по размерам [Текст] / С.Н. Борычев // Современные энерго- и ресурсосберегающие системы сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов. Выпуск 4. Часть 2. – Рязань : РГСХА, 2000 . - С. 40-42.

4. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы [Текст]/ С.Н. Борычев, С.Е. Крыгин, В.М. Передвенцев, И.А. Успенский // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов.- Рязань, 1999.- С. 38-40.

5. Дорохов, А.П. Влияние полноты удаления ботвы на качественные и эксплуатационные показатели картофелеуборочного комбайна [Текст] / А.П. Дорохов, В.А. Моркусеев // Вопросы использования и совершенствования техники целинного земледелия. – Алма-Ата, 1985. – С. 134-138.

6. Крыгин, С.Е. Исследование размерных характеристик остатков картофельной ботвы и сорняков после механической уборки [Текст]/ С.Е. Крыгин // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 182-184.

7. Резник, Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов/Н.Е.Резник. – М.: Машиностроение, 1975. – 311 с.

8. Сенке Шульц. Grimme VARITRON 270 Platinum TERRA TRAC [Электронные данные]/ Сайт журнала «AGROREPORT». – 2017. - URL https://agroreport.ru/test-drives/testy-profi/grimme-varitron-270-platinum-terra-trac/?sphrase_id=85182 (дата обращения: 10.02.2020)

9. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию[Электронный ресурс]/Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия»). – 2020. - URL http://reestr.gossortrf.ru/reestr/culture/159.html (дата обращения: 02.02.2020)

10.Картофель. Выращивание, удобрения, хранение./ Д. Шпаар, А.Быкин, Д.Дрегер [и др.]//Под общей редакцией Д.Шпаара. – М.: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2016. – 458 с.

11. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений [Текст] /Б.А. Воронюк, А.И. Пьянков, Л.В. Мильцева [и др.] /- М.: Колос, 1970. – 423 с.

12.Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений [Текст]/Ф.М. Бурмистрова, Т.К. Комолькова, М.В. Клемм и[др]. –М.: Сельхозгиз, 1956. – 343 с.

INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POTATO STALKS

Oreshkina Maria V., *Dr. of tech. Professor of the Department of technical systems in the agro-industrial complex, oreshkina.mariya@yandex.ru*

Krygina Evgenia E., *postgraduate student of the Department of technical systems in the agro-industrial complex, zhenyak@yandex.ru*

Krygin Stanislav E., *senior lecturer of the Department of technical systems in the agro-industrial complex, stanislav-krygin@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

Potatoes are of great national economic importance and are used for food, technical and fodder purposes. In the Ryazan region, in 2018, potatoes were cultivated on an area of 21.7 thousand hectares. the Average yield was 148.5 C / ha. Intensive potato cultivation technology provides for mechanization of technological operations. During the growing season, Potato tops are necessary for feeding tubers. New tubers begin to form during the budding and flowering phase. During this period, the potatoes must be provided with the necessary amount of nutrients and moisture, the row spacing is loosened to ensure air exchange processes at the roots. Damage to the tops of the working bodies of machines for row-to-row processing can lead to the spread of potato viruses, the development of rhizoctoniosis and, as a result, to a decrease in yield. The largest mass of tops is observed in the development phase on the shoot of leaves of the 3rd and 4th orders, then in the dying phase, the mass of tops decreases, while the mass of tubers increases. The potato harvester receives a pile consisting of soil, tubers, potato tops and plant residues.The purpose of the research is to determine the size characteristics of the stems of potato tops of the Latona and Gala varieties, and to determine the strength characteristics.

Key words: *potatoes, physical and mechanical properties of potato tops, tensile testing, bending.*

Literatura

1. Abdrahmanov, R.K. Mashiny dlya mekhanicheskogo udaleniya botvy sel'skohozyajstvennyh kul'tur i ih klassifikaciya / R.K. Abdrahmanov, M.N. Kalimullin //Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa i lesnogo hozyajstva». – Kazan': Izd-vo Kazanskogo GAU, 2007. – s. 53-57.
2. Borychev, S. N. Nekotorye fiziko-mekhanicheskie svojstva kul'tury kartofelya, opredelyayushchie rabotu botvoudalyayushchih ustrojstv // Energoresursosberezhenie v mekhanizacii sel'skogo hozyajstva : Sbornik nauchnyh trudov /S.N. Borychev, N.V. Byshov, I. A. Uspenskij. - Samara, 2000. - S. 124-126.
3. Borychev, S.N. Analiz sposoba botvoudaleniya po razmeram] / S.N. Borychev // Sovremennye energo- i resursosberegayushchie sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: Sbornik nauchnyh trudov. Vypusk 4. CHast' 2. – Ryazan' : RGSKHA, 2000 . - S. 40-42.
4. Borychev, S.N. Issledovanie razmernyh harakteristik rastitel'nyh ostatkov posle mekhanicheskoj uborki kartofel'noj botvy [Tekst]/ S.N. Borychev, S.E. Krygin, V.M. Peredvencev, I.A. Uspenskij // V sb.: Sovremennye energo- i resursosberegayushchie, ekologicheski ustojchivye tekhnologii i sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Sb. nauchn. trudov.- Ryazan', 1999.- S. 38-40.
5. Dorohov, A.P. Vliyanie polnoty udaleniya botvy na kachestvennye i ekspluatacionnye pokazateli kartofeleuborochnogo kombajna / A.P. Dorohov, V.A. Morkuseev // Voprosy ispol'zovaniya i sovershenstvovaniya tekhniki celinnogo zemledeliya. – Alma-Ata, 1985. – S. 134-138.
6. Krygin, S.E. Issledovanie razmernyh harakteristik ostatkov kartofel'noj botvy i sornyakov posle mekhanicheskoj uborki / S.E. Krygin // V sb.: Sbornik nauchnyh trudov aspirantov, soiskatelej i sotrudnikov Ryazanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii imeni professora P.A. Kostycheva 50-letiyu RGSKHA posvyashchaetsya. - Ryazan', 1998. - S. 182-184.
7. Reznik, N.E. Teoriya rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushchih apparatov / N.E. Reznik. – Moskva: Mashinostroenie, 1975. – 311 s.
8. Senke SHul'c. Grimme VARITRON 270 Platinum TERRA TRAC/ Sajt zhurnala «AGROREPORT». – 2017. - URL https://agroreport.ru/test-drives/testy-profi/grimme-varitron-270-platinum-terra-trac/?sphrase_id=85182 (data obrashcheniya: 10.02.2020)
9. Sorta rastenij, vklyuchennye v Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu / Sajt Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhetnogo uchrezhdeniya «Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po ispytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij» (FGBU «Gossortkomissiya»). – 2020. - URL http://reestr.gossortrf.ru/reestr/culture/159.html (data obrashcheniya: 02.02.2020)
10. SHpaar, D. Kartofel'. Vyrashchivanie, udobreniya, hranenie / D. SHpaar, A.Bykin, D.Dreger i dr. // Pod obshchej redakciej D.SHpaara. – Moskva: OOO «DLV AGRODELO», 2016. – 458 s.
11. Fiziko-mekhanicheskie svojstva rastenij, pochv i udobrenij / B.A. Voronyuk, A.I. P'yankov, L.V. Mil'ceva i dr. Nauchn. red.: kand. tekhn. nauk A.I. Buyanov, kand. s.-h. nauk B.A. Voronyuk - Moskva: Kolos, 1970. – 423 s.
12. Fiziko-mekhanicheskie svojstva sel'skohozyajstvennyh rastenij / F.M. Burmistrova, T.K. Komol'kova, M.V. Klemm i dr. – Moskva: Sel'hozgiz, 1956. – 343 s.

УДК 631.347 ***DOI 10.36508/RSATU.2020.97.58.013***

РАЗРАБОТКА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ И ОБОСНОВАНИЕ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ

ТЕТЕРИН Владимир Сергеевич, *канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник, v.s.teterin@mail.ru,*
МЕЛЬНИЧУК Дмитрий Сергеевич, *мл. науч. сотрудник, melnichuckmitya@yandex.ru*
Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Важным фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, является формирование оптимального водного режима в активном слое почвы. Изменение содержания воды в среде произрастания растений позволяет управлять протекающими в них продукционными процессами. Оптимизация водного режима в активном слое почвы достигается путем проведения плановых гидромелиоративных работ, связанных с увлажнением почвогрунта до глубины залегания основной массы корневой системы сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее совершенных способов проведения таких работ является дождевание, так как данный способ наиболее приближен к процессу естественного выпадения осадков. Дождевальная техника с каждым годом находит все

© Тетерин В. С., Мельничук Д. С., 2020г.

большее применение, даже в районах с благоприятным климатом. При этом существующие дождевальные машины не могут в полной мере производить качественный полив сельскохозяйственных угодий из-за конструктивных особенностей и специфики ландшафта, на котором они применяются, образуя в процессе полива зоны с избыточным и недостаточным увлажнением. В связи с этим была разработана дождевальная установка позиционного действия, обладающая возможностью полива по траектории, близкой к прямоугольной. Получение данной траектории достигается за счет использования принципа планетарной передачи. В статье представлена конструктивная схема разработанной дождевальной установки, рассмотрен принцип её работы, приведены результаты математического анализа и моделирования кинематических процессов, происходящих во время её работы. Приведённые результаты исследований показывают, что использование предлагаемой дождевальной установки позволит повысить качество полива за счет траектории орошения, наиболее близкой к прямоугольной. Использование подобной траектории обеспечит сокращение расхода водных ресурсов за счет оптимизации процесса орошения и снижения переувлажненных площадей и площадей с недостаточным уровнем увлажнения, тем самым способствуя равномерному и оптимальному развитию сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: *орошение, дождевание, дождевальная установка, искусственный дождь, площадь полива.*

Введение

Изменение содержания воды в среде произрастания растений позволяет управлять протекающими в них продукционными процессами. Оптимизация водного режима в активном слое почвы достигается плановыми поливами с промачиванием почвогрунта на глубину залегания основной массы корневой системы сельскохозяйственных культур.

Регулярные поливы способствуют поддержанию на необходимом уровне содержания влаги в активном слое почвы, что является особенно важным для роста и развития сельскохозяйственных культур [1]. Учитывая вышесказанное, стоит рассматривать и научно обосновывать водный режим корнеобитаемого слоя при выращивании сельскохозяйственных растений.

При этом стоит отметить, что существующими системами орошения расходуется на 15-20 % водных ресурсов больше от необходимого объема, что ведет к ухудшению гидрогеолого-мелиоративных условий и, как следствие, снижению продуктивности орошаемых территорий. Эффективное развитие орошаемого земледелия возможно только в совокупности с применением научно-технических достижений в сфере оросительных мелиораций и смежных областях науки и техники, направленных на рационализацию использования водных ресурсов и получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур [2]. Поэтому важнейшей задачей мелиоративной науки является разработка и внедрение в практику орошаемого земледелия водосберегающих технологий, направленных на повышение продуктивного использования поливной воды [3].

Таким образом, эффективность использования почвенно-климатических, материально-технических, энергетических ресурсов во многом зависит от применяемой техники и технологий полива, которые, в свою очередь, влияют на процессы регулирования водного режима почвы, а следовательно, и на экологическую безопасность и урожайность сельскохозяйственных культур [4].

Наиболее совершенным способом орошения является дождевание, так как данный способ наиболее приближен к процессу естественного выпадения осадков [5]. Во время дождевания происходит насыщение растения влагой, повышается тургор, улучшается растворение питательных веществ, что способствует лучшему усвоению их растениями, регулируется температура поверхностного слоя почвы и приземного слоя воздуха, смывается пыль с листовой поверхности, что в конечном итоге приводит к улучшению дыхания и протекания фотосинтеза [6,7].

Дождевальная техника с каждым годом находит все большее применение, даже в районах с благоприятным климатом. Современные оросительные машины ориентированы на работу от закрытой оросительной сети, автоматизированный режим работы, многоцелевое использование, применение систем контроля и управления на базе цифровых технологий. Существующие дождевальные машины по принципу работы разделяют на фронтальные и круговые.

Фронтальные машины предназначены для полива прямоугольных и длинных полей. Вся конструкция с помощью электродвижителей линейно перемещается вдоль орошаемого участка. Недостаток данных установок состоит в том, что они не могут работать на участках со сложным рельефом, где суммарные уклоны между тремя соседними тележками превышают 5 % [8].

Круговые машины получили свое название благодаря тому, что оросительное крыло с одного конца имеет стационарную опору (в центре поля), а с другого конца – опору с колесами и электроприводом. Данные машины могут работать на участках с уклоном до 15 %. Их недостатком является то, что они не могут покрыть всю поверхность поля, в результате чего появляются зоны недостаточного увлажнения. Данная проблема решается путем наложения одной секции полива на другую с учетом коэффициента перекрытия, в результате чего образуются переувлажненные участки, то есть машины кругового типа не обеспечивают равномерность распределения осадков по поливаемой площади.

Таким образом, существующие дождевальные машины не могут в полной мере производить качественный полив сельскохозяйственных угодий из-за конструктивных особенностей и специфики ландшафта, на котором они применяются, образуя в процессе полива зоны с избыточным и

недостаточным увлажнением. Существующая дождевальная техника применима только на полях с большой площадью и практически ровной поверхностью, но сельское хозяйство постоянно развивается и из-за ограниченности земельных ресурсов выращивать урожай приходится на холмистых и горных местностях. Все большее развитие приобретает также производство продукции в закрытых грунтах [9]. Для таких случаев необходима малогабаритная техника, способная работать на местностях с перепадами высот, а также применяемая в тепличных хозяйствах.

В связи с этим целью данной работы является разработка дождевальной установки, обеспечивающей равномерность распределение осадков по всей орошаемой площади и сокращение расхода водных ресурсов.

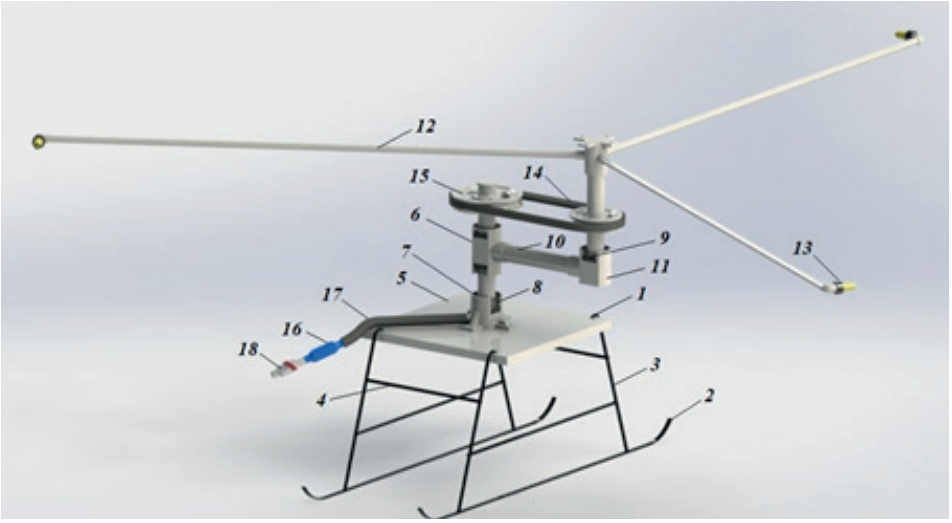
Материалы и методы

Для решения проблемы неравномерности распределения водных ресурсов при орошении сельскохозяйственных угодий целесообразно разработать и изготовить дождевальную установку позиционного действия, обладающую возможностью полива по траектории, близкой к прямоугольной. В этом случае упрощается технологическая схема полива, снижается площадь переувлажненных участков и участков с низким уровнем влаги, что, в свою очередь, приводит к экономии водных ресурсов и способствует оптимальному росту и развитию растений.

В ходе исследований были изучены процессы, происходящие во время работы разработанной дождевальной установки, с использованием методов математического анализа, графического и математического моделирования.

Результаты и обсуждение

Разработанная дождевальная установка (рис. 1) содержит раму-салазки 1, установленную на полозья 2 при помощи опорных стоек 3, которые попарно соединены между собой поперечными тягами 4, платформу 5, закрепленную на верхних концах опорных стоек. На платформе установлен вращающийся узел 11, включающий в себя стакан 7 с подшипниками 8 и уплотнительной манжетой 9, звенья трубопровода 10, соединенные с платформой и тройником 6 при помощи подшипников, крылья 12, расположенные друг относительно друга под углом 1200 с закреплёнными на концах дождевальными насадками 13, ременную передачу 14 со шкивами 15, фильтр 16, соединяющийся со шлангом 17 и переходник, соединяющий звенья трубопровода [10].



1 – рама салазки; 2 – полозья; 3 – опорные стойки; 4 – поперечные тяги; 5 – платформа; 6 – тройник; 7 – стакан; 8 – подшипники; 9 – уплотнительная манжета; 10 – звенья трубопровода; 11 – вращающийся узел; 12 – крылья; 13 – дождевальные насадки; 14 – ременная передача; 15 – шкив; 16 – фильтр; 17 – шланг; 18 – кран подачи воды

Рис. 1 – Схема дождевальной установки позиционного действия

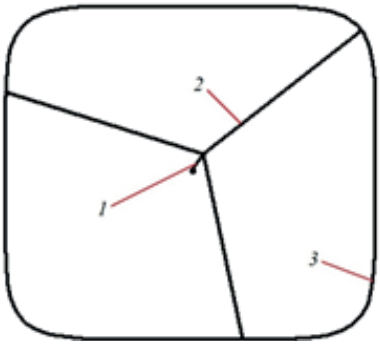
Работает предлагаемая дождевальная установка следующим образом. При подаче воды от магистрального трубопровода через шланг вода проходит через фильтр и затем движется по звеньям трубопровода, в результате чего поступает в крылья, эксцентрично расположенные относительно центральной оси установки и относительно друг друга под углом 1200. После чего вода распыляется через дождевальные насадки, что создает реактивную силу, которая приводит крылья к вращению вокруг своей оси. Одновременно с этим, за счет ременной передачи со шкивами, происходит вращение вокруг центральной оси установки, тем самым обеспечивается полив по траектории, наиболее близкой к прямоугольной. Данная траектория достигается за счет использования принципа планетарной передачи и описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} x_b(t) = b \cdot \cos(\alpha(t)) + l \cdot \cos\left(\frac{4\pi}{3} + \beta(t)\right) \\ y_b(t) = b \cdot \sin(\alpha(t)) + l \cdot \sin\left(\frac{4\pi}{3} + \beta(t)\right) \end{cases}$$

где b – длина горизонтального звена трубопровода (величина эксцентриситета), м; α – угол поворота относительно ведущего шкива, (рад/сек); β –

угол поворота относительно ведомого шкива, (рад/сек); l – длина крыльев дождевальной установки, м; t – время работы установки, сек.

На основании представленной системы уравнений в программе Mathcad была построена траектория полива предлагаемой дождевальной установки, показанная на рисунке 2.



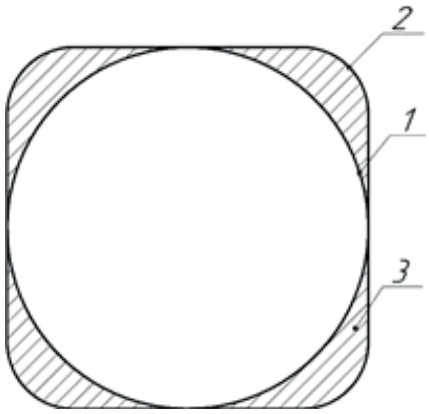
1 – водило; 2 – крылья дождевальной установки; 3 – траектория движения конечных точек крыльев
Рис. 2 – Траектория полива дождевальной установкой

Данная траектория представляет собой прямоугольник со скругленными углами. При построении траектории использовали следующие исходные данные: угловая скорость ведущего шкива ω_1= 0,1 рад/сек; диаметр ведущего шкива D = 270 мм; диаметр ведомого шкива d = 202,5 мм; передаточное отношение ведущего и ведомого шкивов U = 4/3; длина водила b = 337,5 мм; длина крыла L = 2868,75 мм.

На рис. 2 показана траектория движения крайних точек крыльев разработанной дождевальной установки. Данная траектория является наиболее приближенной к прямоугольнику. Так как в данных точках располагаются дождевальные форсунки, имеющие факел распыла 60-800, то зона орошения будет соответствовать траектории их движения.

Производительность существующих дождевальных установок в большей степени определяется зоной орошения, которая представляет собой круговую траекторию. В связи с чем в программе Mathcad нами была также построена траектория движения концевых точек дождевальных крыльев подобной орошаемой техники. Для сравнения качества орошения она определялась гранями траектории предлагаемой дождевальной установки и представляла вписанную окружность (рис. 3).

Из рисунка 3 видно, что траектория полива предлагаемой дождевальной установки является оптимальной в сравнении с этой характеристикой у существующей техники, орошающей по кругу. Так как предлагаемая траектория стремится к равностороннему прямоугольнику, то за один цикл полива она способна охватить большую площадь, при этом приращение площади достигается за счет использования планетарного механизма в конструкции дождевальной установки.



1 – траектория орошения дождевальных установок кругового типа; 2 – траектория полива предлагаемой дождевальной установки; 3 – площадь дополнительного орошения
Рис. 3 – Сравнение траекторий полива

Дополнительно орошаемые участки составляют 23,6 % от площади, описываемой круговой траекторией, при этом, при работе существующих дождевальных машин данные участки будут являться зонами с недостаточным увлажнением, доля которых будет составлять около 22 % от площади прямоугольного участка орошения, в то время как у предлагаемой траектории данный показатель будет составлять менее 5 %.

Выводы

Для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур определяющим фактором является наличие необходимого количества влаги и питательных веществ в корнеобитаемом слое почвы. Поддержание оптимального водного режима достигается за счет регулярных поливов, при этом наиболее распространенные оросительные системы позиционного действия обладают круговой траекторией орошения. Данные системы имеют ряд недостатков, в частности, образование зон недостаточного увлажнения.

Для решения данной проблемы была предложена дождевальная установка позиционного действия, обладающая траекторией полива, наиболее близкой к прямоугольной. Использование данной дождевальной установки позволит повысить качество орошения за счет сокращения зон низкого увлажнения более чем на 77 %, тем самым способствуя созданию благоприятных условий для оптимального роста и развития сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия/ А. А. Чураев, Ю. Ф. Снипич, М. В. Вайнберг, Л. В. Юченко. Текст: непосредственный // Материалы конференции. Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации. - Новочеркасск, Российская Федерация. - 2018. - № 1(69). – С. 64-66. – Рез. Англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

2. Павлущенко, В.А. О новых способах дождевания в XXI веке / В. А. Павлущенко. – Текст: непосредственный // Природообустройство. - 2018. - №

2. - С. 101-107. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

3. Семененко, С. Я. Экологическая оптимизация полива дождеванием кормовых культур аридной зоны: [монография] / Сергей Яковлевич Семененко. Российская акад. с.-х. наук [и др.]. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. - 208 с.: ил., табл.; 20 см. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.) ISBN 978-5-85536-718-8. – Текст: непосредственный.

4. Фокин, Б.П. Современные проблемы применения многоопорных дождевальных машин: научное издание/ Б. П. Фокин, А. К. Носов; Ставропольский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации. – Ставрополь. - 2011. – 80 с. ISBN 978-5-91266-025-2. Текст: непосредственный. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

5. Спасская, О.А. Оптимизация способа полива дождеванием / О. А. Спасская, В. Г. Гринь. – Текст непосредственный // В сборнике: ВЕСТНИК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ КУБАНСКОГО ГАУ В 4-х томах. Составители А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов; под редакцией А. И. Трубилина, ответственный редактор А. Г. Кощаев, - 2016. - С. 45-47. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

6. Тетерин, В.С. Перспективы использования цифровых технологий в дождевании / В. С. Тетерин, Д.С. Мельничук, Н.Н. Новиков // Наука в центральной России. - 2018. № 6 (36). С. 20-28. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

7. Полетаев, Ю.Б. Орошение дождеванием / Ю. Б. Полетаев, К. Н. Криулин, М.Ю. Патрина // Учебное пособие. СПб. гос. Политехн. ун-т, - 2003. - 53 с. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

8. Карпова, О.В. Дождевание как способ полива / О. В. Карпова, Е.С. Видинова. _ Текст: непосредственный // В сборнике: Инновации природообустройства и защиты окружающей среды Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, 2019. - С. 78-82. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

9. Перспективы развития принципиально новых способов полива / Г.В. Соболин, И.В. Сатункин, А.А. Прядкин, А.И. Гуляев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 4 (12). - С. 65-68. – Рез. англ. – Библиогр.: с. 5 (10 назв.)

10. Патент № 189173 Российская Федерация, МПК A01G 25/09 (2006.01). Дождевальная установка: 2018139223: заявл. 06.11.2018: опубл. 15.05.2019 / Костенко М. Ю., Новиков Н. Н., Мельничук Д. С., Тетерин В. С., ,Безносюк Р. В.; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный.

DEVELOPMENT OF A SET-TYPE SPRINKLING MACHINE AND SUBSTANTIATION OF ITS PARAMETERS

Teterin Vladimir S., *Cand. tech. Sci., Senior Researcher, v.s.teterin@mail.ru,*
Melnichuk Dmitriy S., *Junior Researcher, melnichuckmitya@yandex.ru*
Institute of Technical Support of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"

Forming the optimal water regime in the active layer of soil is an important factor that affects crop productivity. Changing moisture content in the living environment of plants allows to ensure control over their production processes. Optimization of moisture regime in the active layer of soil is achieved by carrying out systematic hydromeliorative practices, involving wetting of the soil to the depth of occurrence of crops root system. One of the optimal methods is sprinkling, since this method is the most similar to natural rainfall. Sprinkling machines are becoming more widely used every year, even in regions with favorable climate conditions. However, the existing sprinkling machines are not able to provide effective irrigation of arable lands due to certain design features and particular characteristics of the landscape of application area, that results in formation of zones of excessive and insufficient wetting in the process of irrigation. In this connection, we developed a set-type sprinkling machine, able to distribute water along the trajectory, which is close to rectangular. This trajectory is obtained through the application of epicyclic gear system. The paper introduces a design concept of the developed sprinkling machine, describes its operating principle, provides results of the mathematical analysis and modeling kinematic processes during operation. The presented results of the studies show, that using the proposed sprinkling machine contributes to the improvement of irrigation effectiveness due to water trajectory, which is the closest to rectangular. Such trajectory will ensure more efficient use of water resources through optimization of the irrigation process and reduction of areas of excessive and insufficient moisture content, that contributes to the balanced and proper development of crops.

Key words: *Irrigation, sprinkling, sprinkling machine, artificial rain, irrigation area.*

Literatura

1. Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya/ A. A. Churaev, Yu. F. Snipich, M.V. Vaynberg, L.V. Yuchenko. Tekst: neposredstvennyy//Materialy konferentsii. Rossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut problem melioratsii. - Novocherkassk, Rossiyskaya Federatsiya. - 2018. - № 1(69). – S. 64-66. – Rez. Angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

2. Pavlushchenko, V.A. O novykh sposobakh dozhdevaniya v XXI veke/ V.A. Pavlushchenko. – Tekst: neposredstvennyy //Prirodoobustroystvo. - 2018. - № 2. - S. 101-107. – Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

3. Semenenko, S.Ya. Ekologicheskaya optimizatsiya poliva dozhdevaniem kormovykh kul'tur aridnoy zony: [monografiya] / Sergey Yakovlevich Semenenko. Rossiyskaya akad. s.-kh. nauk [i dr.]. - Volgograd: Volgogradskiy GAU, 2012. - 208 s.: il., tabl.; 20 sm.– Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.) ISBN 978-5-85536-718-8. – Tekst: neposredstvennyy.

4. Fokin, B.P. Sovremennye problemy primeneniya mnogoopornykh dozhdeval'nykh mashin: nauchnoe izdanie/ B. P. Fokin, A.K.Nosov; Stavropol'skiy nauchno-issledovatel'skiy institut gidrotekhniki i melioratsii. – Stavropol'. - 2011. – 80 s. ISBN 978-5-91266-025-2. Tekst: neposredstvennyy.– Rez. angl.– Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

5. Spasskaya, O.A. Optimizatsiya sposoba poliva dozhdevaniem/ O. A. Spasskaya, V. G. Grin'. – Tekst neposredstvennyy // V sbornike: VESTNIK NAUCHNO-TEKHNICHESKOGO TVORCHESTVA MOLODEZHI KUBANSKOGO GAU V 4-kh tomakh. Sostaviteli A. Ya. Barchukova, Ya. K. Tosunov; pod redaktsiey A.I. Trubilina, otvetstvennyy redaktor A.G. Koshchaev, - 2016. - S. 45-47. – Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

6. Teterin, V.S. Perspektivy ispol'zovaniya tsifrovykh tekhnologiy v dozhdevanii / V. S. Teterin, D.S.Mel'nichuk, N.N.Novikov //Nauka v tsentral'noy Rossii. - 2018. № 6 (36). S. 20-28.– Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

7. Poletaev, Yu.B. Oroshenie dozhdevaniem/ Yu. B. Poletaev, K. N. Kriulin, M.Yu. Patrina //Uchebnoe posobie. SPb. gos. Politekhn. un-t, - 2003. - 53 s. – Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

8. Karpova, O.V. Dozhdevanie kak sposob poliva/ O.V. Karpova, E.C. Vidinova. _ Tekst: neposredstvennyy //V sbornike: Innovatsii prirodoobustroystva i zashchity okruzhayushchey sredy Materialy I Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, 2019. - S. 78-82.– Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

9. Perspektivy razvitiya printsipial'no novykh sposobov poliva/ G.V. Sobolin, I.V. Satunkin, A.A. Pryadkin, A.I. Gulyaev // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2006. № 4 (12). - S. 65-68. – Rez. angl. – Bibliogr.: s. 5 (10 nazv.)

10. Patent № 189173 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A01G 25/09 (2006.01). Dozhdeval'naya ustanovka: 2018139223: zayavl. 06.11.2018: opubl. 15.05.2019 / Kostenko M. Yu., Novikov N.N., Mel'nichuk D.S., Teterin V.S., ,Beznosyuk R.V.; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie "Federal'nyy nauchnyy agroinzhenernyy tsentr VIM" (FGBNU FNATs VIM). – 7 s.: il. – Tekst: neposredstvennyy.

УДК 620.197 ***DOI 10.36508/RSATU.2020.83.12.014***

ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ivan.uspensckij@yandex.ru*

ФАДЕЕВ Иван Васильевич, *канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой машиноведения, Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

САДЕТДИНОВ Шейиздан Вазыхович, *д-р хим. наук, профессор, кафедра материаловедения и металлургических процессов, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, avgustaf@list.ru*

КУЛИК Сергей Николаевич, *соискатель ученой степени канд. техн. наук, кафедра технической эксплуатации транспорта, Kulik@mup.ru*

МИТРОХИНА Екатерина Владимировна, *соискатель ученой степени канд. техн. наук, кафедра технической эксплуатации транспорта*

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева

Целью данной работы явилось получение нового эффективного, экологически безвредного ингибитора коррозии из недорогого и недефицитного сырья. Исследована система моноборат натрия-формамид-вода при 25 °С, для чего воспользовались методом физико-химического анализа. Получено новое двойное соединение (моноборатнатрийформамид – МБНФ) состава $2NaBO_2 – HCONH_2 – 2H_2O$. Полученные в ходе экспериментов сведения подтверждают получение нового амидоборатного комплекса и позволяют предположить, что он обладает существенными ингибиторными свойствами. Для подтверждения или отклонения гипотезы, что полученное боратное соединение обладает ингибиторными свойствами, гравиметрическим методом было изучено влияние его концентрации на скорость коррозии, ингибиторный эффект и степень защиты стали Ст3 в 3 %-м растворе NaCl. Для опытов использовали образцы размерами 100х25х2 мм из стали Ст3. Установлено, что лучшие ингибиторные свойства МБНФ проявляются при его концентрации 5 г/л в коррозионной

© Успенский И. В., Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В., Кулик С. Н., Митрохина Е. В., 2020 г.

среде, так как все три показателя, которыми характеризуются ингибиторы коррозии, достигают экстремума при концентрации МБНФ 5 г/л в 3 %-м растворе NaCl: скорость коррозии снижается с 30,32 до 15,36 г/м^2·ч·10^{-3}, ингибиторный эффект и степень защиты повышаются до 1,93 и 92,1 % соответственно. На основании результатов экспериментов полученное соединение МБНФ можно рекомендовать в качестве эффективного ингибитора в составе противокоррозионных композиций для защиты оборудования животноводческих комплексов и сельскохозяйственных машин в период межсезонного хранения, а также в растворах синтетических моющих средств для мойки деталей при ремонте агрегатов машин с целью повышения их противокоррозионных свойств.

Ключевые слова: *ингибитор коррозии, скорость коррозии, ингибиторный эффект, степень защиты, 3 %-й растворе NaCl, моноборат натрия, формамид, физико-химический анализ, гравиметрический метод.*

Введение

Коррозия наносит огромный ущерб экономике любой страны. В мире по причине коррозии ежегодно теряется около 13 млн. тонн металла. В промышленно развитых странах каждая четвертая домна работает на восполнение металла от коррозионных потерь [1]. Потери металла – это прямые убытки от коррозии, а косвенные убытки в виде ущерба от аварий, простоя и выхода из строя оборудования, снижения качества, производительности труда и т. д. вообще трудно поддаются подсчетам. Продолжительно и надежно эксплуатировать стальные конструкции возможно только при их эффективной защите от коррозии.

В настоящее время в России одним из самых распространенных способов борьбы с коррозией является применение ингибиторов [2].

Ингибиторы могут формировать на поверхности металлической детали защитную пленку, преимущественно смещая электродный потенциал начала коррозионных процессов в область более положительных значений [3].

Особенно эффективно применение ингибиторов в установках для мойки деталей при ремонте агрегатов машин, так как объем раствора в них остается постоянным или обновляется незначительно [4].

Применение ингибиторов для борьбы с коррозией имеет свои преимущества еще по той причине, что они, повышая противокоррозионные свойства среды, не изменяют ее физико-химические и моющие свойства и способствуют повышению межремонтного ресурса и эксплуатационной надежности машин [5].

Использование ингибиторов для борьбы с коррозией достаточно эффективно и дает неплохие результаты. В то же время в сравнении с другими методами борьбы с коррозией, такими как нанесение защитных покрытий (металлических и неметаллических), легирование, изменение состава окружающей среды, этот метод более экономичен.

На основе приведенной информации можно утверждать, что исследования, направленные на получение эффективных ингибиторов и расширение их ассортимента, являются актуальными и востребованными.

Объекты и методы

Целью работы является получение нового ингибитора коррозии, для чего в работе был применен метод физико-химического анализа [6].

Полученная из литературных источников информация [7, 8] позволяет утверждать, что бораты обладают ингибиторными свойствами и некоторые боратные комплексы могут проявлять синергетический эффект [9, 10],

Для достижения цели работы исследованы фазовые равновесия в системе моноборат натрия-формамид-вода при 25 °С. Для этого воспользовались моноборатом натрия и формамидом марки «х.ч.», водным термостатом, где создавали изотермическую среду, а также применили метод Къельдаля и метод «остатков» Скрейнемакерса.

Влияние концентрации полученного соединения на агрессивность коррозионной среды изучили, определяя скорость коррозии, ингибиторный эффект и степень защиты стали Ст3 в 3 %-м растворе NaCl гравиметрическим методом [11, 12].

Экспериментальная часть

Результаты экспериментов по исследованию системы $NaBO_2$ – $HCONH_2$ – H_2O при 25 °С приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты исследования системы $NaBO_2$ – $HCONH_2$ – H_2O при 25°С

Жидкая фаза,мас. %		Твердый остаток,мас. %		Твердая фаза
$NaBO_2$	$HCONH_2$	$NaBO_2$	$HCONH_2$	
21,99	-	47,75	-	$NaBO_2 \cdot 4H_2O$
20,04	4,96	47,04	0,36	$NaBO_2 \cdot 4H_2O$
18,66	9,92	52,20	11,14	$mNaBO_2$ + nHCONH2 · x H_2O
17,08	14,36	61,90	21,16	$2NaBO_2$ · nHCONH2 · 2 H_2O
16,32	20,18	61,88	21,20	$2NaBO_2$ · nHCONH2 · 2 H_2O
15,14	26,70	61,89	21,18	$2NaBO_2$ · nHCONH2 · 2 H_2O
14,72	33,20	61,80	21,18	$2NaBO_2$ · nHCONH2 · 2 H_2O
13,86	37,85	61,87	21,20	$2NaBO_2$ · nHCONH2 · 2 H_2O

Продолжение таблицы 1

12,60	45,06	–	–	нет
8,90	53,17	–	–	$2NaBO_2 \cdot nHCONH_2 \cdot 2\,H_2O$
5,12	62,40	–	–	$2NaBO_2 \cdot nHCONH_2 \cdot 2\,H_2O$
3,06	71,80	–	–	$2NaBO_2 \cdot nHCONH_2 \cdot 2\,H_2O$
–	84,16	–	–	$2NaBO_2 \cdot nHCONH_2 \cdot 2\,H_2O$

По результатам экспериментов (табл. 1, рис. 1) можно утверждать, что добавление формамида способствует образованию нового соединения состава $2NaBO_2 \cdot HCONH_2 \cdot 2H_2O$ (моноборатнатрийформамид – МБНФ), формирование которого происходит в интервале от эвтонической точки, содержащей NaBO2 – 17,08 мас.%; $HCONH_2$ – 14,36 мас.%, до точки, содержащей формамида 37,85 мас.%.

Для подтверждения или отклонения гипотезы, что полученное боратное соединение обладает ингибиторными свойствами, было изучено влияние его концентрации на показатели оценки ингибиторов. Исследования проводились по методике, изложенной в [15]. Для опытов использовали образцы размерами 100x25x2 мм из стали Ст3, в качестве коррозионной среды – 3 %-й раствор NaCl.

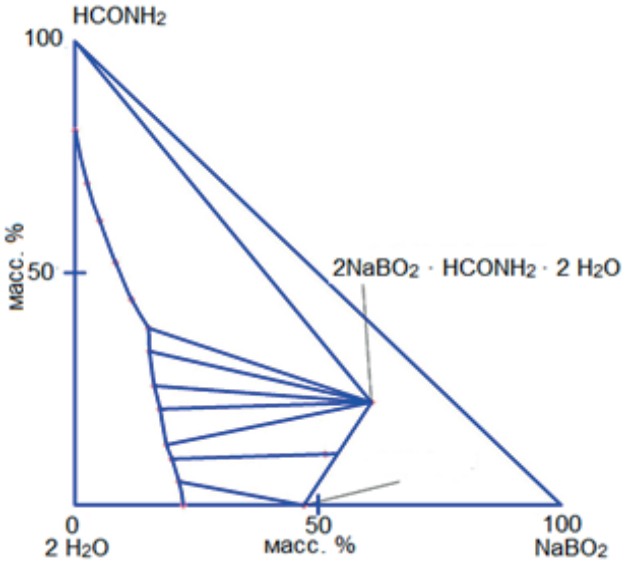


Рис.1 – Изотерма растворимости в системе моноборат натрия-формамид-вода при 25 °С

В таблице 2, рисунках 2-4 приведены результаты определения скорости коррозии ($K = \frac{m_o - m_i}{St}$), ингибиторного эффекта ($\gamma = \frac{K_o}{K}$) и степени защиты ($Z = \frac{K_0 - K}{K} \cdot 100\ \%$) стали Ст3 за 30 суток в 3 %-м растворе NaCl в присутствии МБНФ различной концентрации.

Повышение концентрации МБНФ до 5 г/л замедляет скорость коррозии (К) стали Ст3 в 3 %-м растворе NaCl до 15,35 г/м²·ч·10^{-3} за 30 суток (рис. 2). При повышении его концентрации от 5 до 6 г/л заметно ускорение процесса коррозии стали Ст3 до 15,78 г/м²·ч·10^{-3}. Лучшие ингибиторные свойства МБНФ в 3 %-м растворе NaCl проявляются при концентрации 5 г/л, т.к. скорость коррозии стали Ст3 при этом имеет минимальное значение, равное 15,35 г/м²·ч·10^{-3}. Это подчеркивает, что концентрация МБНФ 5 г/л в 3 %-м растворе NaCl является оптимальной.

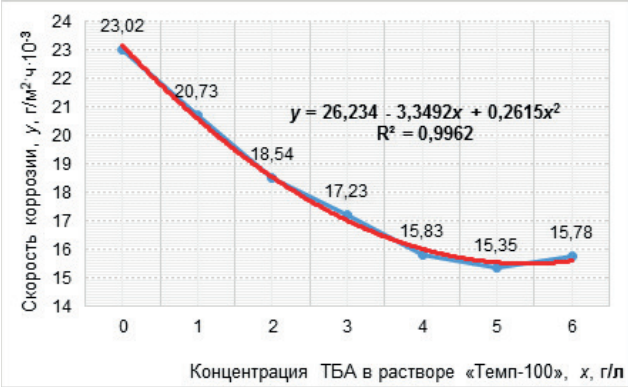


Рис. 2 – Зависимость скорости коррозии стали Ст3 в 3 %-м растворе NaCl от концентрации ТБА за 30 суток

Таблица 2 – Скорость коррозии, ингибиторный эффект и степень защиты стали Ст3 за 30 суток в 3%-м растворе NaCl в присутствии МБНФ различной концентрации

№№ образцов	Коррозионная среда	Концен-трация МБНФ в растворе, г/л	Масса образца, г		Потеря массы Δm=mo-mi, г	Площадь образца, S, см²	Скорость коррозии по образцам, г/м²·ч·10^{-3}	Скорость коррозии средняя по образцам, К, г/м²·ч·10^{-3}	Ингибиторный эффект, γ	Степень защиты, Z, %
			до опыта, m_o	после опыта, m_i						
1	3%-й раствор NaCl (контроль)	0	46,8057	32,8953	13,9104	6,16	31,36	30,32	1,0	0
2			46,4775	33,7565	12,7210	5,83	30,34			
3			46,4787	33,5906	12,8881	5,98	29,95			

Продолжение таблицы 2

4	3%-й раствор NaCl + МБНФ	1	45,9817	36,9180	9,0637	6,10	20,62	20,73	1,46	46,26
5			45,9538	37,0800	8,8737	5,94	20,75			
6			46,1164	37,0732	9,0431	6,03	20,82			
7		2	46,5474	37,0732	7,6011	5,68	18,62	18,54	1,64	63,5
8			46,0905	38,9463	7,8273	5,87	18,53			
9			45,9010	38,2631	7,7606	5,84	18,47			
10		3	46,8403	39,1958	7,6444	6,13	17,30	17,23	1,76	76,0
11			46,7301	38,9745	7,7555	6,24	17,23			
12			46,7590	39,0220	7,7370	6,25	17,16			
13		4	46,4910	39,4720	6,8257	5,98	15,85	15,83	1,92	91,5
14			46,7010	39,6652	6,3614	5,69	15,56			
15			46,4050	40,3396	6,8764	5,94	16,08			
16		5	46,3660	39,7511	6,6148	6,01	15,28	15,36	1,97	97,4
17			46,5130	39,8780	6,6349	5,99	15,38			
18			46,0120	39,3481	6,6638	6,00	15,42			
19		6	47,056	40,0615	6,9947	6,11	15,72	15,78	1,93	92,1
20			46,655	39,7941	6,8607	6,05	15,75			
21			47,521	40,6152	6,9060	6,09	15,75			

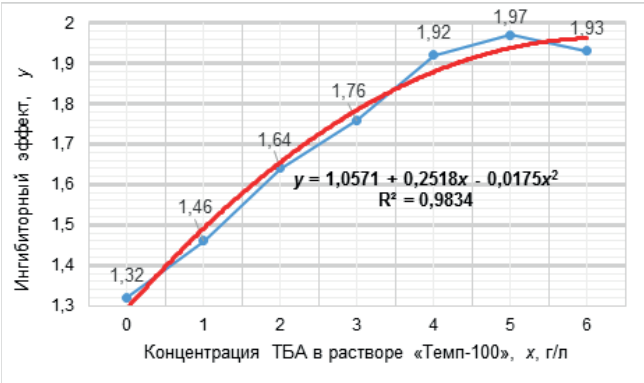


Рис. 3 – Влияние концентрации МБНФ на ингибиторный эффект стали Ст3 в 3 %-м растворе NaCl за 30 суток

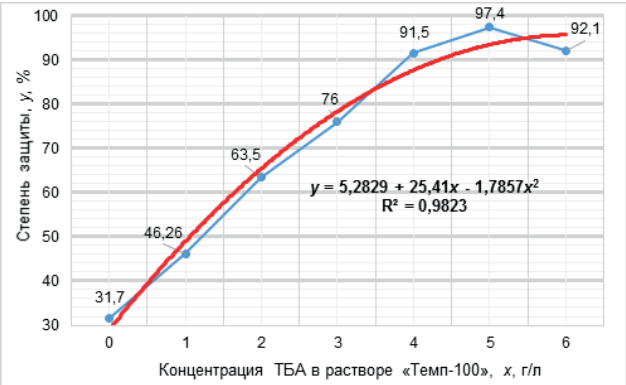


Рис. 4 – Зависимость степени защиты стали Ст3 в 3 %-м растворе NaCl от концентрации МБНФ за 30 суток

Из рисунка 3 видно, что с увеличением концентрации до 5 г/л ингибиторный эффект (γ) добавки ТБНФ в 3 %-м растворе NaCl за 30 суток для стали Ст3 повышается до 1,97. При повышении концентрации ТБНФ до 6 % наблюдается обратный эффект – ингибиторный эффект снижается до 1,93, что подтверждает оптимальность концентрации МБНФ, равной 5 г/л, в коррозионной среде.

Из рисунка 4 видно, что с увеличением концентрации МБНФ до 5 г/л в 3 %-м растворе NaCl степень защиты (Z) от коррозии стали Ст3 за 30 суток повышается до 97,4 %. При дальнейшем повышении концентрации МБНФ до 6 г/л степень защиты стали Ст3 снижается до 92,1 %, что подтверждает оптимальность концентрации МБНФ, равной 5 г/л, в 3 %-м растворе NaCl.

Результаты и выводы

Анализируя графики, можно сделать вывод, что лучшие ингибиторные свойства МБНФ проявляются при его концентрации 5 г/л в коррозионной среде, так как все три показателя, которыми характеризуются ингибиторы коррозии (скорость коррозии, ингибиторный эффект, степень защиты), достигают экстремума при концентрации МБНФ 5 г/л в 3 %-м растворе NaCl: скорость коррозии снижается с 30,32 до 15,36 г/м^2·ч·10^{-3}, ингибиторный эффект и степень защиты повышаются до 1,93 и 92,1 % соответственно.

На основании результатов экспериментов вновь полученное соединение МБНФ можно рекомендовать в качестве эффективного ингибитора в составе противокоррозионных композиций для защиты оборудования животноводческих комплексов и сельскохозяйственных машин в период межсезонного хранения, а также в растворах син-

тетических моющих средств для мойки деталей при ремонте агрегатов машин с целью повышения их противокоррозионных свойств.

Список литературы

1. Фадеев, И. В. Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дисс. …канд. техн. наук: 05.22.10 / Фадеев Иван Васильевич. – Москва, 2010. – 225 с.

2. Розенфельд, И. Л. Ингибиторы коррозии / И. Л. Розенфельд. – М.: Химия, 1977. – 350 с.

3. Ингибитор коррозии для грунтовок по металлу [Текст]: пат. 2572125 Рос. Федерация: МПК C 09 D 5/08, C 01 B 35/12, C 01 B 35/18, C 01 G 37/00/ Фадеев И. В., Садетдинов Ш. В., Новоселов А. М.; заявитель и патентообладатель Фадеев И. В. – №2014113529/05; заявл. 07.04.14; опубл. 27.12.15, Бюл. №29.

4. Фадеев, И. В. Повышение эффективности технологического процесса мойки при ремонте автомобилей в сельском хозяйстве: дисс. …доктора техн. наук: 05.20.03 / Фадеев Иван Васильевич. – Рязань, 2019. – 395 с.

5. Улиг, Г. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: пер. с англ. под ред. А. М. Сухотина / Г. Улиг. – Л.: Химия, 1989. – 456 с.

6. Садетдинов, Ш. В. Трехкомпонентные боратсодержащие системы: дисс. …доктора техн. наук: 02.00.01 / Садетдинов Шейиздан Вазыхович. – Казань, 1999. – 336 с.

7. Фадеев, И. В. Влияние амидоборатного комплекса на коррозию и коррозионную усталость стали Ст.10 / И. В. Фадеев, А. М. Новоселов, Ш. В. Садетдинов // Приволжский научный журнал. – 2014. – № 3. – С. 31-35.

8. Фадеев И. В. Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств / И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 6. – С. 54-56.

9. Розенфельд, И. Л. Синергетический эффект при защите стали от коррозии неорганическими ингибиторами в нейтральных электролитах / И. Л. Розенфельд, Л. В. Фролова, Н. Н. Тавадзе // Защита металлов. – 1980. – Т. 16, Г'2. – С. 133-136.

10. Розенфельд, И. Л. Синергетический эффект ингибиторов коррозии в нейтральных средах / И. Л. Розенфельд, Л. В. Фролова, Н.Н. Тавадзе // Сб. 5-го Европейского симпозиума по ингибиторам коррозии, Феррара (Италия). – 1980. – Т. 2. – С. 583-591.

11. Половняк, В. К. Растворимость и твердые фазы в системе дицинкгексаборат – карбамид – вода / В. К. Половняк, Ш. В. Садетдинов, А. И. Катанаев, Р. С. Миргазитова // Научно – технический вестник Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 9-12.

12. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н. В. Бышов, С. Д. Полищук, И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 2. – С. 257-262.

13. Илларионов, И. Е. Системы из боратов аммония с некоторыми солями, аминами и амидами: монография / И. Е. Илларионов, Ш. В. Садетдинов, И. В. Фадеев. Под общ. ред. И.Е. Илларионова. – Чебоксары: Изд-во Чувашского гос. ун-та им. И.Н. Ульянова, 2019. – 199 с.

14. Беллами, Л. Инфракрасные спектры сложных молекул / Л. Беллами. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 592 с.

15. Фадеев, И. В. Теоретические основы разработки новых ингибиторов коррозии для автотранспортного комплекса / И. В. Фадеев, А. М. Новоселов, Ш. В. Садетдинов // Вестник МАДИ. – 2014. – Вып. 4(39). – С. 17-21.

OBTAINING BLACK METAL CORROSION INHIBITORS METHOD OF PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS

Uspensckij Ivan A., *doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Fadeev Ivan V., *associate professor, candidate of technical sciences, head of the department of engineering, Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

Sadetdinov Sheyizdan V., *doctor of chemical sciences, professor, department of Materials science and metallurgical processes, Chuvash State University named after I. N. Ulyanov, avgustaf@list.ru*

Kulik Sergey N., *student applicant Art. candidate of technical sciences, department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, Kulik@mup.ru*

Mitrokhina Ekaterina V., *student applicant Art. candidate of technical sciences, department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva*

The aim of the research was to obtain a new effective, environmentally friendly corrosion inhibitor from inexpensive and non-deficient raw materials. By the method of physical and chemical analysis, the sodium monoborate - formamide - water system was studied at 25°C. For the experiments, sodium monoborate and formative chemically pure grade were used as starting materials. The formation of a new double compound (monoboratesodiumformamide – MBSF) with the composition $2NaBO_2 – HCONH_2 – 2H_2O$ *was established. Using IR spectroscopy, data have been obtained that allow us to interpret new amidoborate complexes and predict their effective inhibitory properties. To confirm or reject the hypothesis that the obtained borate compound has inhibitory properties, the influence of its concentration on the corrosion rate, inhibitory effect and degree of protection of St3 steel in a 3% NaCl solution was studied by gravimetric method. For the experiments, we used samples with sizes 100x25x2 mm made of St3 steel. It was found that the best inhibitory properties of MBSF are manifested at a concentration of 5 g/l in a corrosive environment, since all three indicators*

that characterize corrosion inhibitors reach an extremum at a concentration of MBSF of 5 g/l in a 3% NaCl solution: the corrosion rate decreases from 30.32 to 15.36 g/m²·h · 10^{-3}, the inhibitory effect and the degree of protection increase to 1.93 and 92.1%, respectively. Based on the results obtained, the obtained MBSF compound can be recommended as an effective inhibitor in the composition of anticorrosive compositions for protecting equipment of livestock complexes and agricultural machines during off-season storage, as well as in solutions of synthetic detergents for washing parts when repairing machine assemblies in order to increase their anticorrosive properties .

Key words: *corrosion inhibitor. corrosion rate, inhibitory effect, degree of protection, sodium monoborate, formamide, physicochemical analysis, IR spectroscopy.*

Literatura

1. *Fadeev, I. V. Issledovanie vliyaniya komponentov agressivnoj sredy dorozhnogo polotna na korroziyu dnishcha kuzova legkovogo avtomobilya: diss. …kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / Fadeev Ivan Vasil'evich. – Moskva, 2010. – 225 s.*
2. *Rozenfel'd, I. L. Ingibitory korrozii / I. L. Rozenfel'd. – M.: Himiya, 1977. – 350 s.*
3. *Ingibitor korrozii dlya gruntovok po metallu [Tekst]: pat. 2572125 Ros. Federaciya: MPK S 09 D 5/08, S 01 B 35/12, S 01 B 35/18, S 01 G 37/00/ Fadeev I. V., Sadetdinov SH. V., Novoselov A. M.; zayavitel' i patentoobladatel' Fadeev I. V. – №2014113529/05; zayavl. 07.04.14; opubl. 27.12.15, Byul. №29.*
4. *Fadeev, I. V. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskogo processa mojki pri remonte avtomobilej v sel'skom hozyajstve: diss. …doktora tekhn. nauk: 05.20.03 / Fadeev Ivan Vasil'evich. – Ryazan', 2019. – 395 s.*
5. *Ulig, G. Korroziya i bor'ba s nej. Vvedenie v korrozionnuyu nauku i tekhniku: per. s angl. pod red. A. M. Suhotina / G. Ulig. – L.: Himiya, 1989. – 456 s.*
6. *Sadetdinov, SH. V. Trekhkomponentnye boratsoderzhashchie sistemy: diss. …doktora tekhn. nauk: 02.00.01 / Sadetdinov SHejizdan Vazyhovich. – Kazan', 1999. – 336 s.*
7. *Fadeev, I. V. Vliyanie amidoboratnogo kompleksa na korroziyu i korrozionnuyu ustalost' stali St.10 / I. V. Fadeev, A. M. Novoselov, SH. V. Sadetdinov // Privolzhskij nauchnyj zhurnal. – 2014. – № 3. – S. 31-35.*
8. *Fadeev I. V. Novye moyushchie sredstva dlya uzlov i agregatov avtotransportnyh sredstv / I. V. Fadeev, SH. V. Sadetdinov // Avtotransportnoe predpriyatie. – 2014. – № 6. – S. 54-56.*
9. *Rozenfel'd, I. L. Sinergeticheskij effekt pri zashchite stali ot korrozii neorganicheskimi ingibitorami v nejtral'nyh elektrolitah / I. L. Rozenfel'd, L. V. Frolova, N. N. Tavadze // Zashchita metallov. – 1980. – T. 16, G'2. – C. 133-136.*
10. *Rozenfel'd, I. L. Sinergeticheskij effekt ingibitorov korrozii v nejtral'nyh sredah / I. L. Rozenfel'd, L. V. Frolova, N.N. Tavadze // Sb. 5-go Evropejskogo simpoziuma po ingibitoram korrozii, Ferrara (Italiya). – 1980. – T. 2. – C. 583-591.*
11. *Polovnyak, V. K. Rastvorimost' i tverdye fazy v sisteme dicinkgeksaborat – karbamid – voda / V. K. Polovnyak, SH. V. Sadetdinov, A. I. Katanaev, R. S. Mirgazitova // Nauchno – tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya. – 2012. – № 4. – S. 9-12.*
12. *Byshov, N. V. Ingibitor korrozii metallov dlya ispol'zovaniya pri remonte avtotraktornoj tekhniki / N. V. Byshov, S. D. Polishchuk, I. V. Fadeev, SH. V. Sadetdinov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2019. – № 2. – S. 257-262.*
13. *Illarionov, I. E. Sistemy iz boratov ammoniya s nekotorymi solyami, aminami i amidami: monografiya / I. E. Illarionov, SH. V. Sadetdinov, I. V. Fadeev. Pod obshch. red. I.E. Illarionova. – CHeboksary: Izd-vo CHuvashskogo gos. un-ta im. I.N. Ul'yanova, 2019. – 199 s.*
14. *Bellami, L. Infrakrasnye spektry slozhnyh molekul / L. Bellami. – M.: Izd-vo inostr. lit., 1963. – 592 s.*
15. *Fadeev, I. V. Teoreticheskie osnovy razrabotki novyh ingibitorov korrozii dlya avtotransportnogo kompleksa / I. V. Fadeev, A. M. Novoselov, SH. V. Sadetdinov // Vestnik MADI. – 2014. – Vyp. 4(39). – S. 17-21.*

УДК 620.197 DOI 10.36508/RSATU.2020.24.10.015

УЛУЧШЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ МАСТИКИ

УСПЕНСКИЙ Иван Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технической эксплуатации транспорта (ТЭТ), Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ivan.uspensckij@yandex.ru*

ФАДЕЕВ Иван Васильевич, *канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой машиноведения, Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

УШАНЕВ Александр Игоревич, *канд. техн. наук, ст. преп. кафедры ТЭТ, aushaniev@inbox.ru*

КУЛИК Сергей Николаевич, *соискатель ученой степени кандидата техн. наук, кафедра ТЭТ, Kulik@mup.ru*

МИТРОХИНА Екатерина Владимировна, *соискатель ученой степени кандидата техн. наук, кафедра ТЭТ*

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева

Целью исследований явилось совершенствование защитных свойств противокоррозионной мастики «Барьер» для обработки сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих комплексов. Объект исследования: олигомер Д-10ТМ, который добавляли в состав мастики «Барьер» в массовом соотношении 100:5 для улучшения ее противокоррозионных свойств. Для экспериментов использовали образцы из стали Ст3 размерами 100х25х2 мм. В качестве электролита служил 3 %-й раствор хлорида натрия. Защитную пленку на образцах получали методом окунания образцов в составы. Медленное (со скоростью 0,02-0,03 м/с) извлечение образцов обеспечивало одинаковую толщину пленки на всей их поверхности. Пленку на образцах высушивали при комнатной температуре (18-22 °С) в течение 24 ч. Исследование диффузионной стойкости пленок исследуемых составов в электролите показало, что введение олигомера Д-10 ТМ в состав мастики «Барьер» повышает сплошность покрытия почти на 30 %. Для электрохимических исследований противокоррозионных свойств составов образцы с покрытиями погружали в электролит и выдерживали в течение 24 часов. Значение стационарного потенциала образцов измеряли через каждые 4 часа с помощью потенциостата П-5848. Эффективность противокоррозионных свойств составов оценивали по смещению потенциала начала активации электрода в положительную сторону. Начальный электродный потенциал стали −0,44 В с защитным покрытием сразу смещается в более положительную сторону: с пленкой из мастики «Барьер» до −0,26 В, из полученной композиции – до −0,18 В. Причем активация металла начинается при положительном потенциале, равном +0,05… +0,075В, т.е. интервал изменения потенциала от начального значения до начала активации составляет 0,49- 0,525 В, что подтверждает высокие ингибиторные свойства полученной композиции. Следовательно, смесь мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ может быть рекомендована в качестве композиции для защиты сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих комплексов от коррозионного разрушения.

Ключевые слова: *коррозионное разрушение, противокоррозионный состав, защитная пленка, защитные свойства, мастика «Барьер», олигомер Д-10ТМ, электрохимические исследования, потенциал начала активации.*

Введение

В настоящее время наиболее используемым способом защиты изделий из черного металла от коррозионного разрушения является способ нанесения на поверхности изделий лакокрасочных и противокоррозионных композиций [1]. Лакокрасочные композиции, помимо защиты от коррозии, выполняют и декоративные функции, в связи с чем в их состав включаются дорогостоящие компоненты, поэтому их стоимость в сравнении со стоимостью противокоррозионных составов намного выше, и их использование для защиты изделий, где не требуется декоративный эффект, является не всегда оправданным.

На предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) для защиты сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих комплексов от коррозионного разрушения широко пользуются составами на основе битумов БН-IV или БН-V [2]. Они достаточно эффективны и могут использоваться для приготовления различных мастик, защитных составов на период межсезонного хранения машин, консервационных, гидроизоляционных и герметизирующих покрытий при монтаже и ремонте водопроводной сети и т. д. [3]. Их готовят растворением в бензине мелко расколотых кусков битума в массовом соотношении от 3:1 до 4:1. Содержимое выдерживают в закрытой емкости на протяжении 3-5 суток и периодически перемешивают. После приготовления состав фильтруют [4].

Защитные свойства противокоррозионных покрытий можно объяснить образованием на поверхности устойчивой, сплошной пленки, изолирующей защищаемую поверхность от агрессивного воздействия коррозионной среды. Пленка препятствует проникновению к поверхности металла коррозионных реагентов, что в конечном итоге защищает металл от коррозионного разрушения.

Сплошность покрытия по этой причине опре-

© Успенский И. А., Фадеев И. В., Ушанев А. И., Кулик С. Н., Митрохина Е. В., 2020 г.

деляется как одна из основных его характеристик, она способствует его водоустойчивости, от которой зависит долговечность и надежность защитного покрытия.

Трещиноустойчивость при низкой температуре и интервал пластичности битумного покрытия (интервал температур между расплавленным и хрупким состояниями) также определяют надежность и долговечность пленок битумных составов. Появление трещин в битумном покрытии объясняется в основном разными значениями коэффициентов линейного расширения пленки битумного состава и защищаемого металла при изменении температуры, а в некоторой степени структурой и механическими свойствами пленки [4].

Интервал пластичности битумных покрытий невысок, обычно имеет значение от 80 °С до 90 °С [5].

Задачу увеличения интервала пластичности, следовательно, и повышения долговечности битумного состава можно решить химическим методом, но этот метод не всегда приемлем [4], поэтому в качестве альтернативы этому методу можно применить метод, основанный на добавлении в битумные составы полимерного соединения, то есть приготовления битумно-полимерной композиции, интервал пластичности которой повышается до 150 °С и более [6].

К недостаткам битумных составов можно отнести ограниченную долговечность, что связано с быстрым старением пленки покрытия, слабой трещиноустойчивостью при низкой температуре, охрупчиваемостью, способствующей образованию трещин и отслоению пленки покрытия. Это приводит к возможности возникновения в них щелевой коррозии, низкой водоустойчивостью и др. [7].

В связи с вышеизложенным, исследования, направленные на улучшение противокоррозионных свойств битумных составов, являются актуальными и востребованными в агропромышленной отрасли.

Объекты и методы

На практике для защиты сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих комплексов от коррозионного разрушения можно использовать и готовые к применению составы на основе битума, ассортимент которых достаточно широк. Одним из таких составов является композиционная мастика «Барьер», основными недостатками которой являются те же, что и для обычных битумных композиций.

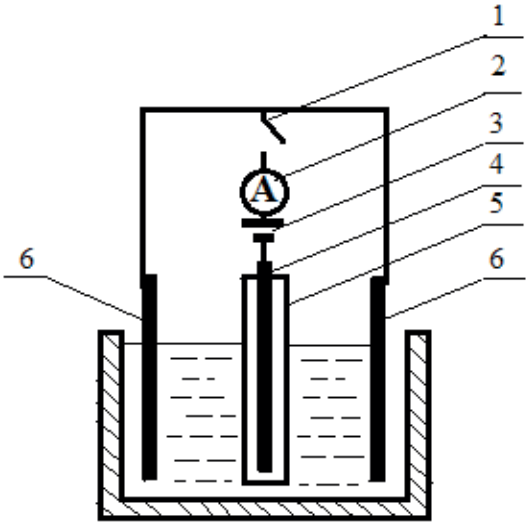
Для улучшения ее защитных характеристик в данной работе был использован олигомер Д-10ТМ, который добавляли в мастику «Барьер» в соотношении по массе 100:5 с интенсивным перемешиванием в течение 2-3 минут. Оптимальность соотношения компонентов композиции была определена предыдущими исследованиями [8, 9].

Основные характеристики олигомера Д-10ТМ приведены в [9, 10].

Для проведения испытаний защитных пленок использовали образцы (электроды) из стали Ст3 размерами 100х25х2 мм. Электролитом для испытаний служил 3 %-й раствор хлорида натрия.

Защитную пленку на образцах получали методом погружения образцов в составы. Извлечение образцов из составов со скоростью 0,02-0,03 м/с позволяло получать на всей площади их поверхности однородные по толщине пленки. Пленку на образцах высушивали при комнатной температуре (18-22 °С) в течение 24 ч.

Сплошность пленок изучаемых составов оценивали по продолжительности времени с момента размещения образца с покрытием в электролит до начала проникновения электролита через защитное покрытие до поверхности образца; определяли сплошность с помощью специальной установки (рис. 1), состоящей из диффузионной ячейки 5, источника питания типа «Крона» 3, миллиамперметра 2, выключателя 1. В специальные пазы устанавливали медные электроды 6 (положительный электрод). Цепь замыкали с помощью медных проводов. Две стороны диффузионной ячейки изготовили с пазами для уплотнительной резины, куда вставляли образец 4 с нанесенной защитной плёнкой [9].



1 – выключатель; 2 – миллиамперметр; 3 – источник тока; 4 – электрод с покрытием;
5 – диффузионная ячейка; 6 – открытые электроды

Рис. 1 – Схема установки для определения продолжительности времени до начала проникновения электролита через защитное покрытие

Эксперименты проводили при комнатной температуре (18-20 °С). Предварительно сплошность пленок покрытий оценивали с помощью электрического дефектоскопа ЛКД-1. Образцы, имеющие дефект в покрытии, показывали наличие тока и прибор дополнительно издавал звуковой сигнал. Такие образцы для эксперимента не использовались.

Влагопоглощение пленок защитных покрытий определяли гравиметрическим методом, для чего стеклянный стакан заполняли водопроводной водой, в него погружали образцы с испытуемыми составами и выдерживали в течение 96 ч. Образцы взвешивали на аналитических весах ВЛА-200 г-М с точностью до 0,00005 г. Перед взвешиванием образцы высушивали. Количество параллельных

опытов в каждом варианте состава защитной пленки – 3.

Влагопоглощение В определяли по формуле:

$$B = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \cdot 100\ \%$$

где M_1 и M_2 – массы образцов до и после эксперимента, г.

Для электрохимических исследований свойств составов образцы с покрытиями погружали в 3%-й раствор хлорида натрия и выдерживали в течение 24 часов. Через каждые 4 часа с помощью потенциостата П-5848 измеряли значение стационарного потенциала образцов.

Экспериментальная часть

Известно [9], чем дольше продолжительность времени с момента размещения образца с покрытием в электролит до начала проникновения электролита через защитное покрытие до поверхности образца, тем выше стойкость пленки диффузии электролитов, следовательно, тем меньше в ее структуре микропор, то есть выше сплошность. Из таблицы 1 видно, что сплошность покрытия из смеси мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ выше, чем покрытия из мастики «Барьер». Это доказывает, что покрытие из полученной композиции обладает лучшими защитные свойствами и большей долговечностью.

Таблица 1 – Продолжительность времени с момента размещения образца с покрытием в электролит до начала проникновения электролита через защитное покрытие до поверхности образца

Состав защитной пленки	Продолжительность времени до появления тока в паре «электрод с покрытием – электрод без покрытия», мин
Мастика «Барьер»	13-14
Мастика «Барьер» с добавкой олигомера Д-10ТМ	16-17

Введение олигомера Д-10 ТМ в состав мастики «Барьер» позволяет получить защитную пленку с высокими показателями сплошности, что повышает диффузионную стойкости пленки в 3 %-м растворе хлорида натрия почти на 30 %.

Результаты экспериментов по изучению влагопоглощения пленок защитных составов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влагопоглощение пленок защитных составов

Состав защитной пленки	85№№ образцов	Масса образцов, г			Масса пленки, гпленки, %		Влагопоглощение	
		без защитного покрытия	с защитным покрытием		до	после	каждого образца	средняя по варианту
			до	после				
			эксперимента		эксперимента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мастика «Барьер»	80 81 82	23,05515 22,95550 23,16500	62,20530 60,15500 61,95505	63,22025 61,56090 63,43035	39,15015 37,19950 38,75005	40,16510 38,60540 40,26535	2,59 3,78 3,91	3,43
Мастика «Барьер» с добавкой олигомера Д-10ТМ	83 84 85	23,57065 22,75070 22,66585	61,10530 61,05580 59,04075	62,08005 62,43515 60,13085	37,53525 38,30510 36,37450	38,50940 39,68445 37,46500	2,59 3,60 3,00	3,06

Из данных таблицы 2 видно, что по сравнению с мастикой «Барьер» его смесь с добавкой олигомера Д-10ТМ имеет меньшее влагопоглощение, то-есть меньший объем микро- и макропор на 12,1 %:

(3,43 – 3,06)/3,06×100% = 12,1%.

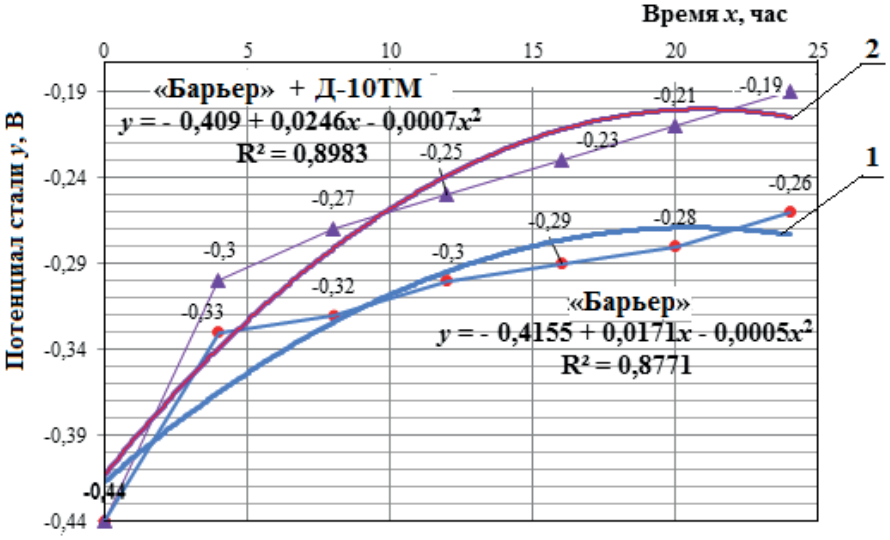
Исследование изменения значений электродных потенциалов стали Ст3 в зависимости от продолжительности выдержки образцов в растворе NaCl (табл. 3 и рис. 2) имеют результаты, коррелирующие с результатами гравиметрических исследований влагопоглощения пленок защитных составов.

Необходимо отметить, что потенциал стали при наличии слоя покрытия должен сместиться в более положительную зону. Это объясняется способностью пленки защитного состава экранировать доступ компонентов электролита от поверхности защищаемой стали и состав, проявляя ингибиторные свойства, должен повысить потенциал начала активации стального образца.

Таблица 3 – Изменение стационарного потенциала стали Ст3 в 3 %-м растворе хлорида натрия с пленкой мастики «Барьер» и пленкой мастики «Барьер» с добавкой олигомера Д-10ТМ

Состав защитной пленки	Время, час						
	0	4	8	12	16	20	24
Мастика «Барьер»	-0,44	-0,33	-0,32	-0,3	-0,29	-0,28	-0,26
Мастика «Барьер» с добавкой олигомера Д-10ТМ	-0,44	-0,3	-0,27	-0,25	-0,23	-0,21	-0,19

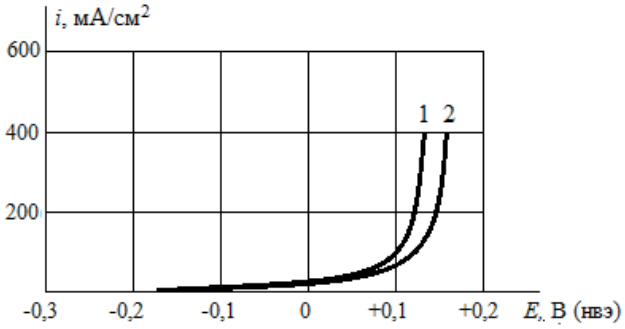
Из таблицы 3 и рисунка 2 следует, что потенциалы образцов с покрытиями сразу смещаются в более положительную зону (потенциал стали без покрытия −0,44В), причем наибольшие установившиеся значения потенциала имеют образцы, покрытые смесью мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ, что подтверждает ее эффективность, то есть она оказывает на сталь более благородное воздействие, чем мастика «Барьер».



1 – из мастики «Барьер»; 2 – из смеси мастики «Барьер» с добавкой олигомера Д-10ТМ
Рис. 2 – Изменение стационарного потенциала образца из стали Ст3 в 3 %-м растворе хлорида натрия с пленкой

Мастика «Барьер» обладает недостаточными ингибиторными свойствами. Сильный ингибитор смещает потенциал начала активации стали в более положительную зону, в этом и заключается электрохимический эффект защиты от коррозионного разрушения стали. Ингибиторы также способны вытеснять электролит с поверхности защищаемого металла, то есть имеют лучшие экранирующие свойства [11]. Значит, смесь мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ по своей ингибиторной способности намного эффективнее, чем мастика «Барьер».

Определенный интерес представляет изучение анодных потенциодинамических кривых, которые были сняты для стали Ст3 в рассматриваемой среде (рис. 3) с использованием потенциостата П-5848. Этим способом можно установить характер влияния олигомера Д-10ТМ на улучшение защитных свойств мастики «Барьер».



1 – из мастики «Барьер»;
2 – из смеси мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ
Рис. 3 − Анодные потенциодинамические кривые стали Ст3 в 3 %-м растворе хлорида натрия с покрытием

Из рисунка 3 видно, что электрод с защитной пленкой при анодной поляризации имеет только два участка: участок пассивации и участок активации, тогда как электрод без защитной пленки может иметь четыре участка: активного раство-

рения, пассивации, полной пассивации и вторичной активации. При наличии защитной пленки начальный электродный потенциал стали с −0,44 В сразу же облагораживается до −0,2…−0,18 В. Причем активация металла начинается при положительном потенциале, равном +0,05…+0,075В, то есть интервал изменения потенциала от начального значения до начала активации составляет 0,49-0,525 В, что подтверждает высокие ингибиторные свойства смеси мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ.

Результаты и выводы

Проведенные исследования показали, что пленка из смеси мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ имеет больший электрохимический эффект защиты по сравнению с пленкой из «чистой» мастики «Барьер». Она обладает наименьшей влаго- и воздухопроницаемостью, минимальной электропроводностью и практически отсутствием гигроскопичности, плохой проницаемостью для ионов металла вследствие того, что Д-10ТМ из-за своей высокой молекулярной массы и наличия в цепи полярных уретановых групп проявляет сильные межмолекулярные взаимодействия за счет образования водородных связей и имеет высокую вязкость.

Следовательно, смесь мастики «Барьер» и олигомера Д-10ТМ может быть рекомендована в качестве состава для защиты сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих комплексов от коррозионного разрушения.

Список литературы

1. Фадеев, И. В. Щелевая коррозия в кузовах автомобилей / И. В. Фадеев, В. Е. Рязанов // Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития: сб. материалов 5-й науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2012. – С. 3-6.

2. Тыртышов, Ю. П. Оптимизация составов, технологии приготовления битумных паст и мастик /

Ю. П. Тыртышов [и др.] // Строительные материалы. – 2013. – № 1. – С. 70-73.

3. Смоленцев, С. В. Модифицирующие добавки в составе битумной смеси / С. В. Смоленцев,

В. А. Пономарев // Наука в исследованиях молодежи: мат. студ. науч. конф. в 4-х частях, Курган. – 2017. – С. 83-85.

4. Разработка нового средства для защиты сельскохозяйственных машин при хранении / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. В. Фадеев // Техника и оборудование для села. – 2019. – №6 (264). – С. 38-42.

5. Петрашев, А. И. Разработка ингибированных битумных составов для противокоррозионной защиты аграрной техники / А. И. Петрашев, Е. Г. Кузнецова, Ф. Д. Таха // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф.- Тамбов. – 2016. – С. 301-307.

6. Долматова, Л. В. О комплексном подходе к переработке асфальта деасфальтизации гудрона /

Л. В. Долматова // Химия и технология топлив и масел. – 2006. – №2. – С. 16-19.

7. Хуснутдинов, И. Ш. Получение остаточных битумов деасфальтизацией / И. Ш. Хуснутдинов,

Е. В. Петрухин, М. Ф. Лутфуллин // Химия и химическая технология. – 2004. – Том 47. Вып. 7. –

С. 150-153 с.

8. Фадеев, И. В. Экологически безвредный материал для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии / И. В. Фадеев, Н. Н. Белова, Ш. В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – №21. – С. 56-59.

9. Фадеев, И.В. Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дисс. …канд. техн. наук: 05.22.10 / Фадеев Иван Васильевич. – М., 2010. – 222 с.

10. Николаев, В. Н. Полиэфируретандиметакрилатный олигомер Д-10ТМ и некоторые пути его практического применения / В. Н. Николаев, Д. Л. Кузьмин, И. В. Фадеев // Известия национальной академии наук и искусств Чувашской Республики. – 1999. – №4. – С. 138-170.

11. Селектор, С. А. Исследование защитных свойств лакокрасочных покрытий электрохимическими методами / С. А. Селектор, В. П. Лапшин // Лакокрасочные материалы и их применение. – 1987. – № 3. – С. 42-43.

IMPROVEMENT OF PROTECTIVE PROPERTIES OF ANTI-CORROSIVE MASTIC

Uspensckij Ivan A., *doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical operation of transport, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, ivan.uspensckij@yandex.ru*

Fadeev Ivan V., *Associate Professor, candidate of technical sciences, head of the department of engineering, Chuvash State Pedagogical University Named after I. Ya. Yakovlev, ivan-fadeev-2012@mail.ru*

Ushanev Alexander I., *candidate of technical sciences, art. lecturer, department of technical operation of transport, aushaniev@inbox.ru*

Kulik Sergey N., *student applicant Art. candidate of technical sciences, department of technical operation of transport, Kulik@mup.ru*

Mitrokhina Ekaterina V., *student applicant Art. candidate of technical sciences, department of technical operation of transport*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The aim of the research was to improve the protective properties of the anti-corrosion mastic “Barrier” for processing agricultural machinery and equipment of livestock complexes. Object of study: oligomer D-10TM, which was added to the composition of the "Barrier" mastic in a mass ratio of 100: 5 to improve its anticorrosion

properties. For the experiments, we used samples of St3 steel with sizes 100x25x2. A 3% sodium chloride solution served as an electrolyte. A protective film on the samples was obtained by dipping the samples into the compositions. Slow (at a speed of 0.02-0.03 m/s) extraction of samples ensured the same film thickness over their entire surface. The film on the samples was dried at room temperature (18-22^{0}C) for 24 hours. A study of the diffusion resistance of the films of the studied compositions in the electrolyte showed that the introduction of the oligomer D-10 TM in the composition of the "Barrier" mastic increases the coating continuity by almost 30%. For electrochemical studies of the anticorrosive properties of the compositions, coated samples were immersed in an electrolyte and held for 24 hours. The value of the stationary potential of the samples was measured every 4 hours using a P-5848 potentiostat. The effectiveness of the anticorrosive properties of the compositions was evaluated by the shift in the potential of the beginning of electrode activation in a positive direction. The initial electrode potential of steel with −0.44 V with a protective coating immediately shifts to a more positive side: with a film from mastic "Barrier" up to −0.26 V, from the resulting composition – up to −0.18 V. Moreover, metal activation begins at positive potential equal to +0.05 ... +0.075 V, i.e. the range of potential changes from the initial value to the start of activation is 0.49-0.525 V, which confirms the high inhibitory properties of the resulting composition. Consequently, a mixture of Barrier mastic and D-10TM oligomer can be recommended as a composition for protecting agricultural machinery and equipment of livestock complexes from corrosion damage.

***Key words**: corrosion failure, anticorrosive composition, protective film, protective properties, "Barrier" mastic, D-10TM oligomer, electrochemical studies, activation initiation potential.*

Literatura

1. Fadeyev, I. V. Shchelevaya korroziya v kuzovakh avtomobiley / I. V. Fadeyev, V. E. Ryazanov // Dorozhno-transportnyy kompleks: sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya: sb. materialov 5-y nauch.-prakt. konf. – Cheboksary. 2012. – S. 3-6.

2. Tyrtyshov, Yu. P. Optimizatsiya sostavov, tekhnologii prigotovleniya bitumnykh past i mastik / Yu. P. Tyrtyshov [i dr.] // Stroitelnyye materialy. – 2013. – № 1. – S. 70-73.

3. Smolentsev, S. V. Modifitsiruyushchiye dobavki v sostave bitumnoy smesi / S. V. Smolentsev, V. A. Ponomarev // Nauka v issledovaniyakh molodezhi: mat. stud. nauch. konf. v 4-kh chastyakh. Kurgan. – 2017. – S. 83-85.

4. Byshov, N.V. Razrabotka novogo sredstva dlya zashchity sel'skohozyajstvennyh mashin pri hranenii / N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspenskij, I. V. Fadeev // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – №6 (264). – S. 38-42.

5. Petrashev, A. I. Razrabotka ingibirovannykh bitumnykh sostavov dlya protivokorrozionnoy zashchity agrarnoy tekhniki / A. I. Petrashev, E. G. Kuznetsova, F. D. Takha // Tekhnicheskoye obespecheniye innovatsionnykh tekhnologiy v selskom khozyaystve: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-praktich. konf., Tambov. – 2016. – S. 301-307.

6. Dolmatova, L. V. O kompleksnom podkhode k pererabotke asfalta deasfaltizatsii gudrona / L. V. Dolmatova // Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. – 2006. – №2. – S. 16-19.

7. Khusnutdinov, I. Sh. Polucheniye ostatochnykh bitumov deasfaltizatsiyey / I. Sh. Khusnutdinov, E. V. Petrukhin, M. F. Lutfullin // Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2004. – Tom 47. Vyp. 7. –S. 150-153.

8. Fadeyev, I. V. Ekologicheski bezvrednyy material dlya zashchity selskokhozyaystvennoy tekhniki ot korrozii / I. V. Fadeyev, N. N. Belova, Sh. V. Sadetdinov // Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2015. – №21. – S. 56-59.

9. Fadeyev, I.V. Issledovaniye vliyaniya komponentov agressivnoy sredy dorozhnogo polotna na korroziyu dnishcha kuzova legkovogo avtomobilya: diss. …kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / Fadeyev Ivan Vasilyevich. – M., 2010. – 222 s.

10. Nikolayev, V. N. Poliefiruretandimetakrilatnyy oligomer D-10TM i nekotoryye puti ego prakticheskogo primeneniya / V. N. Nikolayev, D. L. Kuzmin, I. V. Fadeyev // Izvestiya natsionalnoy akademii nauk i iskusstv Chuvashskoy Respubliki. – 1999. – №4. – S. 138-170.

11. Selektor, S. A. Issledovaniye zashchitnykh svoystv lakokrasochnykh pokrytiy elektrokhimicheskimi metodami / S. A. Selektor, V. P. Lapshin // Lakokrasochnyye materialy i ikh primeneniye. – 1987. – № 3. – S. 42-43.

УДК 621.436 DOI 10.36508/RSATU.2020.64.15.016

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

КОКОРЕВ Геннадий Дмитриевич, *д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», kgd5408@rambler.ru*

ЖУРАВЛЕВА Елизавета Анатольевна, *аспирант, lizunia0000@rambler.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В исследовании рассмотрены некоторые составляющие технической эксплуатации автомобильной техники (АТ), связанные с диагностированием топливной аппаратуры двигателей внутреннего сгорания (ДВС), причем с целью осуществления неразрушающего контроля предлагается применять ультразвуковую и акустико-эмиссионную системы технического диагностирования.Необходимо констатировать, что при рассмотрении соотношений, показывающих взаимосвязь акустических и физико-механических параметров материалов, в основном используется временной интервал, и при его некорректном измерении получаем низкую информативность и невысокую точность акустических методов определения механических характеристик. При разработке методики использованы принципы спектрального анализа импульсов, отраженных от исследуемых элементов АТ, на которых опирается также метод разработки как аппаратного так и программного обеспечения для обработки полученных сигналов. Результаты предыдущих исследований дают основание полагать, что применение преобразований Фурье обеспечивает получение достоверной информации, основанной на акустических сигналах, если последовательность измерений составляет около 10 секунд. Опыт разработчиков системы свидетельствует о высокой информативности параметров распространения рэлеевских волн. В связи с этим система была укомплектована специально разработанным малобазным датчиком рэлеевских волн. Регистрированные отраженные сигналы в последующем обрабатываются пакетом прикладных программ. Данный преобразователь может быть эффективно использован в задачах контроля накопления повреждений в материале элементов АТ, подвергаемых упруго-пластическим и усталостным воздействиям.Принцип действия системы основан на стробоскопическом эффекте восстановления отраженных импульсов, которые получаются в результате «облучения» материала обследуемого элемента АТ зондирующими импульсами в указанной полосе частот.

Ключевые слова: *ДВС, топливная аппаратура, спектрально-акустическая система диагностирования, релеевский пьезопреобразователь, планарный матричный датчик, зондирующий импульс, отраженный импульс.*

Введение

Массовое оснащение предприятий сельского хозяйства средствами АТ позволило добиться высоких результатов при производстве сельхозпродукции, однако предъявило ряд требований по поддержанию АТ на достаточном высоком техническом уровне [1-4]. Это обстоятельство предъявляет повышенные требования к способам контроля технического состояния систем АТ [3,4]. Своевременное обнаружение и устранение отказов и повреждений обеспечивает готовность АТ к использованию по назначению, а также значительную экономию средств на содержание машин при хранении.

Наименование разрабатываемого изделия – ультразвуковая и акустико-эмиссионная системы диагностирования топливной аппаратуры автомобильной техники.

Целью выполнения работы является создание системы ультразвуковой (УЗК) и акустико-эмиссионной (АЭ) систем технического диагностирования для проведения контрольно-диагностических и регулировочно-настроечных работ машин в целях повышения способности машин противостоять воздействию внешних факторов.

Объекты и методы

Основа предложенной методики заключается в обработке импульсов, отраженных от поверхности исследуемого элемента АТ.

Положим, что на входе исследуемого элемента спектр сигнала имеет следующий вид:

$$F(\omega,x) = |F(\omega,0)| \exp(j\Psi(\omega,0)), \quad (1)$$

где F – функция описывающая спектр сигнала

ω – круговая частота сигнала;

j и Ψ – характеристики спектра сигнала.

На расстоянии x от границы материала спектр импульса:

$$F(\omega,x) = |F(\omega,0)| K(\omega,x), \quad (2)$$

где K(ω,x) – передаточная функция материала.

Спектр на расстоянии x выглядит следующим образом:

$$F(\omega,x) = |F(\omega,0)| \exp(-\alpha(\omega)x)\exp(-j[\Psi(\omega,0) + \omega x/V(x)]), \quad (3)$$

Преобразуя выражение (3), имеем:

$$|F(\omega,x)| = |F(\omega,0)| \exp(-\alpha(\omega)x) \quad (4)$$

$$\Psi(\omega,x) = \Psi(\omega,0) + \omega x/V(x) \quad (5)$$

Учитывая, что

$$|F(\omega,x)| = \sqrt{[A(\omega x)]^2 + [B(\omega x)]^2} \quad (6)$$

$$\Psi(\omega,x) - \mathrm{arctg}[B(\omega x)/A(\omega x)], \quad (7)$$

где:

$$A(\omega x) = \int U(t,x)\cos(\omega t)dt \quad (8)$$

$$B(\omega x) = \int U(t,x)\sin(\omega t)dt, \quad (9)$$

где A – амплитудная, B – фазовая характеристики сигнала.

В результате описание акустических параметров будет иметь вид:

$$\alpha(\omega) = (1/x)\ln(|F(\omega,0)|/|F(\omega,x)|) \quad (10)$$

$$\Delta V = \omega \Delta x/(\Psi(\omega,x) - \Psi(\omega,0) \quad (11)$$

Предположим, что мы имеем отраженные импульсы, прошедшие соответственно пути x1 и x2 из (10), (11) получим:

$$\alpha(\omega) = (1/\Delta x)\ln(|F(\omega,x_1)|/|F(\omega,x_2)|) \quad (12)$$

$$\Delta V = \omega \Delta x/(\Psi(\omega,x_2) - \Psi(\omega,x_1)), \quad (13)$$

где $x = x2 - x1$

Для величин α (ω) и Δt(ω) получим:

$$\alpha(\omega) = (1/\Delta t_0)\ln(|F(\omega,t_{01})|/|F(\omega,t_{02})|) \quad (14)$$

$$\Delta t(\omega) = \Psi(\omega,t_{02}) - \Psi(\omega,t_{01}), \quad (15)$$

где Δt отражает временной интервал между первым и вторым импульсами,

Δ t(ω) показывает временные интервалы разных фаз импульса.

Принимая во внимание (12), (13) получим:

$$\alpha(\omega) = (1/2\Delta t)\ln(([A_1(\omega)]^2+[B_1(\omega)]^2)/([A_2(\omega)]^2+[B_2(\omega)]^2)) \quad (17)$$

$$\Delta t(\omega) = (1/\omega)(\mathrm{arctg}(B_2(\omega)/A_2(\omega) - \mathrm{arctg}(B_1(\omega)/A_1(\omega)) \quad (18)$$

Результирующие формулы хорошо описывают фазовые характеристики импульсов, в связи с чем возможно их применение в акустико-механических соотношениях.

Результаты предыдущих исследований (3) дают основание полагать, что применение преобразований Фурье обеспечивает получение достоверной информации, основанной на акустических сигналах, если последовательность измерений составляет около 10 секунд.

Апробация макета пробной конфигурации позволила сформулировать следующие основные требования по конструктивному исполнению спектрально-акустической системы:

1. Принцип работы:

система представляет собой ультразвуковое устройство, работающее в полосе частот 3-15 МГц. Принцип действия системы основан на стробоскопическом эффекте восстановления отраженных импульсов, которые получаются в результате «облучения» материала обследуемого элемента АТ зондирующими импульсами в указанной полосе частот.

2. Состав системы:

система состоит из измерительного модуля, переносного компьютера типа «Notebook», специальных

ультразвуковых датчиков и соединительных кабелей.

3. Основные технические характеристики системы:

3.1 длительность зондирующих импульсов – регулируемая, в диапазоне 50-150 нс;

3.2 частотный диапазон приемного канала 3-15 МГц;

3.3 погрешность измерения задержки между зондирующим и отраженным импульсом при постоянной установке датчика – не более 100 нс;

3.4 поддержка последовательного автоматического опроса 25 датчиков;

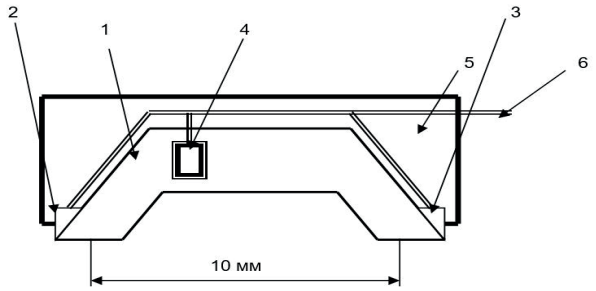
3.5 питание – от сети 220 В или от аккумулятора компьютера;

3.6 используемые пьезопреобразователи.

С системой могут быть использованы стандартные совмещенные и раздельно-совмещенные преобразователи, используемые приборами в дефектоскопии и (при измерении линейных размеров) толщинометрии.

Кроме того, могут применяться специальные пьезопреобразователи, описанные ниже.

Опыт разработчиков системы вместе с многочисленными опубликованными экспериментальными данными свидетельствует о высокой информативности параметров распространения рэлеевских волн [5]. В связи с этим система была укомплектована специально разработанным малобазным датчиком рэлеевских волн, конструкция которого показана на рисунке 1.



1 – двусторонний клин из оргстекла; 2 – источник релеевских волн; 3 – регистратор релеевских волн; 4 – устройство регистрации "термоимпульсов"; 5 – оболочка датчика; 6 – информационная магистраль

Рис. 1 – Датчик рэлеевских волн

От традиционно используемых преобразователей рекомендуемый в данной методике отличается тем, что, кроме излучателя (2) и приемника (3), на нем установлен дополнительный излучатель - приемник (4) небольших размеров, возбуждающий в материале клина серию отраженных импульсов продольных волн.

Данный преобразователь может быть эффективно использован в задачах контроля накопления повреждений в материале элементов АТ, подвергаемых упруго-пластическим и усталостным воздействиям.

Для задач профилометрии (контроля профиля обратной корродированной поверхности) удобно использовать планарный матричный датчик, вид которого схематически показан на рисунке 2.

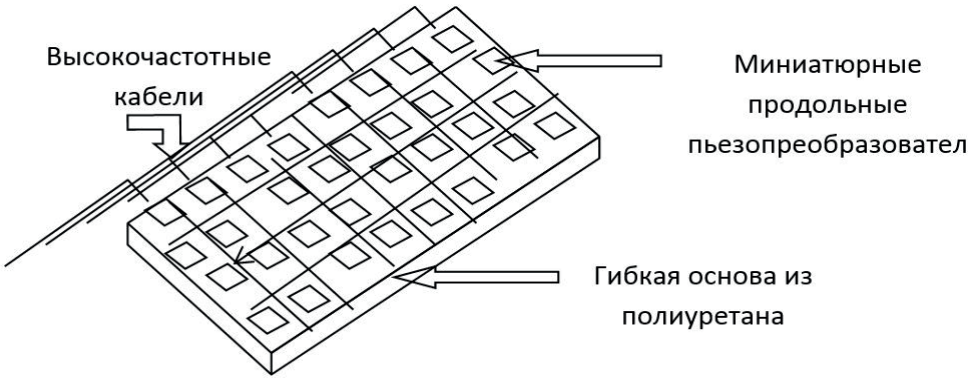


Рис. 2 – Планарный матричный датчик

На рисунке 3 приведен фрагмент профиля обратной корродированной поверхности бензобака, восстановленного с помощью планарного датчика.

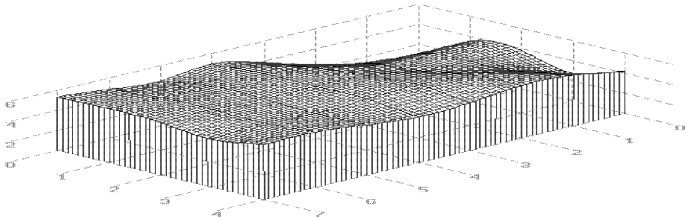


Рис. 3 – Фрагмент профиля обратной поверхности бензобака

Экспериментальная часть

Результаты экспериментальных исследований позволили сформулировать следующие основные требования к преобразователям и способам возбуждения акустических сигналов:

1) в качестве контактной смазки целесообразно использовать хорошо смачивающую жидкость – эпоксидную смолу без отвердителя, трансформаторное масло, глицерин;

2) должна быть обеспечена максимальная чувствительность преобразователя, определяемая значением модуля коэффициента преобразования на оптимальной рабочей частоте;

3) должна быть обеспечена максимальная стабильность акустического контакта преобразователя с исследуемым элементом;

4) должны быть максимально снижены помехи, возникающие при наложении отраженных сигналов элементов преобразователя;

5) необходимо согласовать сопротивление электрической цепи с элементами блока возбуждения – приема акустических сигналов.

Результаты экспериментальных исследований позволили сформулировать следующие основные требования к преобразователям и способам возбуждения акустических сигналов:

1) в качестве контактной смазки целесообразно использовать хорошо смачивающую жидкость: эпоксидную смолу без отвердителя, трансформаторное масло, глицерин;

2) должна быть обеспечена максимальная чувствительность преобразователя, определяемая значением модуля коэффициента преобразования на оптимальной рабочей частоте;

3) должна быть обеспечена максимальная стабильность акустического контакта преобразователя с исследуемым элементом;

4) должны быть максимально снижены шумы преобразователя, определяемые реверберационно- шумовой характеристикой, для чего должно быть обеспечено максимальное подавление многократных отражений упругих волн в протекторе, демпфере и других элементах преобразователя;

5) должно быть обеспечено согласование электрического импеданса преобразователя с генератором и усилителем блока возбуждения-приема акустических сигналов.

Для подготовки аппаратуры к измерениям должны быть использованы эталонные образцы двух типов:

тип 1 – плоские образцы по ГОСТ 23702 для контактных пьезопреобразователей, служащие для подбора параметров пьезопреобразователей и настройки аппаратуры;

измерения на эталонных образцах типа 1 проводятся при условии:

– температура окружающего воздуха (293±5)К [(20±5)^{0}С];

– относительная влажность воздуха (65±15)%.

тип 2 – стандартные образцы, служащие для проведения комплекса обучающих экспериментов и изготовленные из материала обследуемых элементов ТА АТ.

Образцы типа 2 должны удовлетворять требо-

ваниям нормативно-технической документации на проведение соответствующих механических и других испытаний, необходимых для установления требуемых характеристик материала элемента АТ.

Спектр отраженного импульса представлен на рисунке 4. Зондирующий импульс считается удовлетворительным по параметрам амплитудного спектра, если огибающая последнего имеет гладкий квазигауссовский характер, соответствующий рис. 4 а).

Для количественной оценки поврежденности материала использовался параметр T_f , то есть проводилось измерение значение фазовой задержки T_f.

Пробные эксперименты показали чувствительность измеряемых с помощью системы спектрально-акустических характеристик к процессам накопления усталостных повреждений в стали 12Х18Н9Т.

Образцы испытывались в режиме малоцикловой усталости в диапазоне долговечностей 10^3 - 10^4 циклов. Режим нагружения (растяжение-сжатие) выбран жестким для большего соответствия условиям реальной эксплуатации элементов ТА АТ, подвергаемых усталостным воздействиям.

Температура испытания: 20 °С.

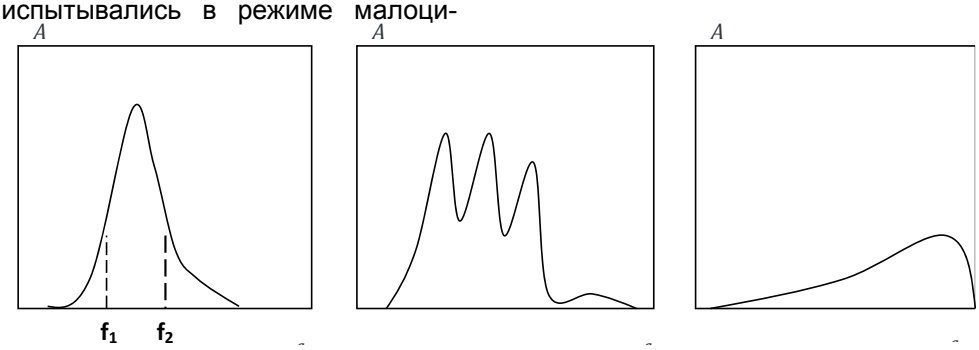
Для исследований были взяты 2 образца: № 1 и № 2.

Образцы нагружались в 4 этапа.

Этапы нагружения для образца № 1 (с большой амплитудой деформации):400, 800, 1200 и 1400 циклов; макротрещины возникли после 3-го этапа нагружения (1200 циклов).

Этапы нагружения для образца № 2 (с малой амплитудой деформации):1000, 2000, 5000 и 8000 циклов; макротрещины возникли после 3-го этапа нагружения (5000 циклов).

В таблицах 1 и 2 приведены усредненные по 5 измерениям информативные параметры T_f для образцов №№ 1,2 на разных этапах нагружения.



а) б) в)

Рис. 4 – Вид амплитудных спектров отраженного импульса

Таблица 1 – Изменение параметра T_f в процессе нагружения образца № 1.

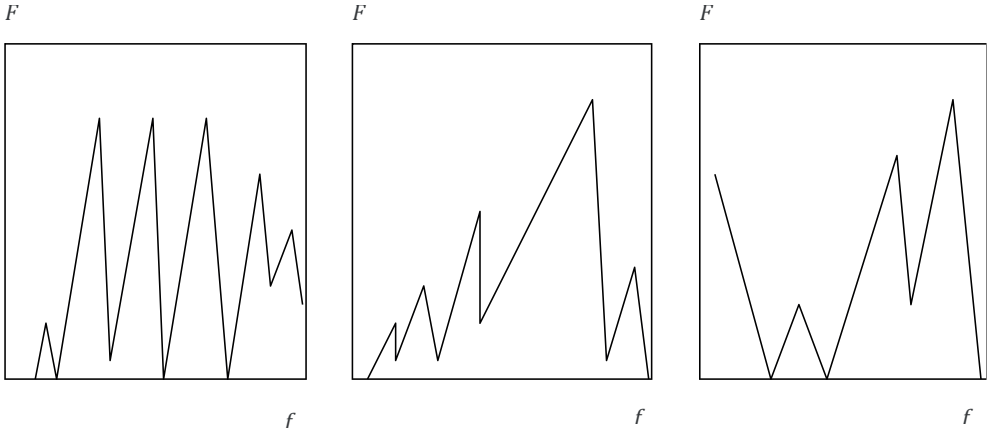
N циклов	0	400	800	1200	1400
Tf, нс	3344	3388	3395	3414	3394

Таблица 2 – Изменение параметра T_f в процессе нагружения образца № 2.

N циклов	0	1000	2000	5000	8000
Tf, нс	3342	3361	3363	3379	3373

Формы спектра, приведенные на рис. 4 (б) и 4 (в), свидетельствуют о необходимости дополнительной настройки аппаратуры до состояния, обеспечивающего получение амплитудного спектра, приведенного на рисунке 4.

Вид фазового спектра представлен на рисунке 5.



а б в

Рис.5 – Примеры различных видов фазовых спектров

После подготовки аппаратуры на эталонном образце типа 1 проводится проверка формы спектра зондирующих импульсов и соответствующая подстройка аппаратуры на эталонных образцах типа 2.

В основу работы аппаратной части предложенной системы положен способ подробной регистрации всей серии отраженных акустических импульсов для ее последующей обработки средствами программной части системы.

Апробация макета пробной конфигурации позволила сформулировать следующие основные требования по конструктивному исполнению спектрально-акустической системы.

1. Принцип работы.

Система представляет собой ультразвуковое устройство, работающее в полосе частот 3-15 МГц. Принцип действия системы основан на стробоскопическом эффекте восстановления отраженных импульсов, которые получаются в результате «облучения» материала обследуемого элемента АТ зондирующими импульсами в указанной полосе частот.

2. Состав системы.

Система состоит из измерительного модуля, переносного компьютера типа «Notebook», специальных ультразвуковых датчиков и соединительных кабелей.

3. Основные технические характеристики системы.

3.1. Длительность зондирующих импульсов – регулируемая, в диапазоне 50-150 нс.

3.2. Частотный диапазон приемного канала 3-15 МГц.

3.3. Погрешность измерения задержки между зондирующим и отраженным импульсами при постоянной установке датчика – не более 100 пс.

3.4. Поддержка последовательного автоматического опроса 25 датчиков.

3.5. Питание – от сети 220 В или от аккумулятора компьютера.

3.6. Используемые пьезопреобразователи.

Выводы

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что полученные на выходе системы информационные характеристики адекватно отражают присутствующие в элементах ТА АТ повреждения.

По результатам апробации на элементах конструкции АТ разработанную систему можно применять, в том числе, для контроля технического состояния системы топливоподачи АТ.

Список литературы

1. ГОСТ 25176-82. Средства диагностирования автомобилей, тракторов, строительных и дорожных машин.

2. ГОСТ 27518-87. Диагностирование изделий. Общие требования.

3. Система перспективных методов и средств технического диагностирования машин и оборудования АПК. Научный отчет. - М.: ГОСНИТИ, 1996.– 61 с.

4. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

5. Кокорев Г.Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г.Д. Кокорев, И.Н.Николотов, И.А.Успенский // Нива Поволжья. Февраль 2010 №1 (14) – С. 39–43.

6. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

7. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №123(09). – Режим доступа: http:// ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/10.pdf.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR NONDESTRUCTIVE TESTING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE FUEL EQUIPMENT

Kokorev Gennady D., Dr. *tech. doctor of science, associate Professor, Professor of the Department "Technical operation of transport", Ryazan state agrotechnological University named after p. A. Kostychev, kgd5408@rambler.ru*

Zhuravleva Elizaveta A., *post-graduate student, Ryazan state agrotechnological University named after p. A. Kostychev, lizunia0000@rambler.ru*

The study considers some components of technical operation of automotive equipment (at) related to the diagnosis of fuel equipment of internal combustion engines, and for the purpose of non-destructive testing, it is proposed to use ultrasonic and acoustic emission systems for technical diagnostics. It should be noted that when considering the relations showing the relationship between acoustic and physical-mechanical parameters of materials, the time interval is mainly measured, and if the measurement is incorrect, the relationship between the acoustic and physical-mechanical parameters of the material often gives low information content and low accuracy of acoustic methods for determining mechanical characteristics. When developing the technique, the principles of spectral analysis of pulses reflected from the studied at elements are used, which also support the

method of developing both hardware and software for processing the received signals. The results of previous studies suggest that the use of Fourier transforms provides reliable information based on acoustic signals, if the measurement sequence is about 10 seconds. The experience of the system developers shows that the parameters of Rayleigh wave propagation are highly informative. In this regard, the system was equipped with a specially developed low-base relay wave sensor. The registration of reflected signals is then processed by a package of application programs. This Converter can be effectively used in the tasks of monitoring the accumulation of damage in the material of at elements subjected to elastic-plastic and fatigue effects. The principle of operation of the system is based on the stroboscopic effect of recovery of reflected pulses, which are obtained as a result of "irradiation" of the material being examined by the at element with probing pulses in the specified frequency band.

Key words: *internal combustion engine, fuel equipment, technical condition monitoring, spectral-acoustic diagnostics system, relay piezoelectric Converter, planar matrix sensor, probing pulse, reflected pulse.*

Literatura

1. GOST 25176-82. Sredstva diagnostirovaniya avtomobilej, traktorov, stroitel'nyh i dorozhnyh mashin.

2. GOST 27518-87. Diagnostirovanie izdelij. Obshchie trebovaniya.

3. Sistema perspektivnyh metodov i sredstv tekhnicheskogo diagnostirovaniya mashin i oborudovaniya APK. Nauchnyj otchet. - M.: GOSNITI, 1996.–61 s.

4. Kokorev G.D. Povyshenie effektivnosti processa tekhnicheskoj ekspluatacii avtomo-bil'nogo transporta v sel'skom hozyajstve/G.D. Kokorev//Materialy mezhdunarodnoj yubilejnoj na-uchno-prakticheskoj konferencii posvyashchennoj 60-letiyu RGATU.- Ryazan': RGATU, 2009.S. 166-177.

5. Kokorev G.D. Sovremennoe sostoyanie vibroakusticheskoj diagnostiki avtomobil'nogo transporta / G.D. Kokorev, I.N.Nikolotov, I.A.Uspenskij // Niva Povolzh'ya. Fevral' 2010 №1 (14) – S. 39–43.

6. Uspenskij I.A. Osnovnye principy diagnostirovaniya MSKHT s ispol'zovaniem so-vremennogo diagnosticheskogo oborudovaniya / I.A. Uspenskij, P.S. Sinicin, G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh rabot studentov RGATU. Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii. – Ryazan'. 2011, 1 tom. – S. 263–269.

7. Analiz metodov diagnostirovaniya toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizelej i razrabotka matematicheskoj modeli toplivnogo nasosa vysokogo davleniya / N.V. Byshov, S.N. Bory-chev, I.A. Uspenskij, I.A. YUhin i dr. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Ku-banskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №123(09). – Rezhim dostupa: http:// ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/10.pdf.

ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

УДК 630*232.425.1(630*561) DOI 10.36508/RSATU.2020.97.26.017

ЗАВИСИМОСТЬ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В НАЧАЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ ОНТОГЕНЕЗА ОТ ДЕЙСТВИЯ НАНОПОРОШКА ЖЕЛЕЗА

БУРДУЧКИНА Татьяна Владимировна, *аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии*

ФАДЬКИН Геннадий Николаевич, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, g-fadkin@mail.ru*

ПОЛИЩУК Светлана Дмитриевна, *д-р техн. наук, профессор кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, svpolishuk@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье приведен анализ влияния нанопорошка железа на приживаемость и сохранность растений, а также на ростовые процессы сосны обыкновенной в начальные периоды онтогенеза. Эффективность препарата оценивали по степени приживаемости и сохранности, а также по текущему и среднему приросту в высоту и диаметре ствола в зоне корневой шейки и химическому составу однолетней хвои. Исследования проводились на дерново-подзолистой почве (ТЛУ А2) в трех лесничествах Рязанской области. В качестве контрольного варианта использовалась общепринятая технология создания лесных культур сосны обыкновенной. Исследуемый вариант предполагал замачивание корневой системы растений сеянцев сосны обыкновенной в водной суспензии нанопорошка железа. Было установлено, что наилучший эффект от применения нанопорошка железа можно ожидать в экстремальные по погодным условиям годы. Так в 2010 году увеличение приживаемости составило 8 %, в 2013 году – 28 %, а в 2016 году 3 %, увеличение текущего прироста в высоту при использовании нанопорошка железа составило 0,41 см в опыте 1 и 1,63 см в опыте 3. В опыте 2 увеличение среднего прироста в высоту было наибольшим и составило 15,35 см. Текущий и средний приросты в диаметре ствола в зоне корневой шейки во всех трех опытах не имели существенных различий. Содержание азота, фосфора и калия в однолетней хвое без применения нанопорошка железа соответствовало древесной породе и ее возрасту. Использование нанопорошка железа во всех трех опытах увеличило содержание азота и фосфора в хвое и не изменило содержания калия.

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, нанопорошок железа, приживаемость, сохранность, текущий прирост, средний прирост, однолетняя хвоя, элементы питания.*

Введение

В последние десятилетия лесные экосистемы испытывают возрастающее техногенное воздействие при механизации лесозаготовок с использованием современных лесозаготовительных комплексов. Особую группу негативных факторов составляют несоблюдение технологии заготовки древесины (несоблюдение сроков примыкания, возраста рубки, вида рубки и т.д.), а также браконьерство, т.е. самовольные рубки; все это вызывает деградацию и необратимые сукцессии лесных фитоценозов. Кроме этого, необходимо отметить проблемы с лесовосстановлением. В отдельных случаях необоснованно приоритет отдается естественному заращиванию. В других случаях при искусственном лесовосстановлении несовершенство технологии приводит к снижению приживаемости и сохранности лесных культур, а в дальнейшем к замедлению роста растений [1].

Одним из основных критериев степени нарушенности лесных экосистем является дисбаланс химического состава растений, что проявляется в замедлении ростовых процессов, начиная с начальных периодов онтогенеза. У хвойных пород индикатором условий питания растений является хвоя. В однолетней хвое происходит накопление различных соединений, включая питательные вещества и органогенные элементы, пропорционально условиям минерального питания [6].

Большинство исследований по влиянию нанопорошка железа и других металлов выполнены на травянистых растениях. Изучено их действие на озимые и яровые зерновые культуры, кукурузу и картофель. Аналитическая работа проводилась в рамках лабораторных исследований и полевых однофакторных и многофакторных опытов [2].

Существенный вклад в понимание механизма действия наноматериалов на растительный организм внесло проведение модельных опытов с сельскохозяйственными культурами. В рамках их проведения изучалось влияние нанопорошков железа, меди и кобальта на различные виды растений (горец птичий, лапчатка гусиная, вика, кукуруза). В процессе исследований были определены физиологические и продуктивные показатели, такие как энергия роста, биометрика, накопление биологически активных соединений и урожайность. Были изучены физико-химические характеристики белков и водорастворимых полисахаридов [5].

Сведения о действии нанопорошка железа на древесно-кустарниковую растительность малочисленны. В основном проводился анализ влияния наноматериалов на прорастание семян,

© Бурдучкина Т. В., Фадькин Г. Н., Полищук С. Д., 2020 г.

формирование надземной и подземной массы растения, а также выход стандартного посадочного материала [4]. Известны исследования влияния нанопорошка железа на сеянцы и саженцы сосны обыкновенной в различных почвенных условиях. Впервые данная проблематика стала изучаться в агротехнологическом университете на кафедрах химии, а также лесного хозяйства и селекции растений [3].

Актуальной научной проблемой является изучение воздействия нанопорошка железа на ростовые процессы лесных культур сосны обыкновенной и проявление стимулирующего эффекта питания растений.

Цель нашей работы заключается в выявлении особенностей действия нанопорошка железа на ростовые процессы лесных культур сосны обыкновенной на ранних этапах онтогенеза данной породы в различных климатических условиях.

Методика исследований

Исследования проводятся в трех лесничествах Рязанской области: ГКУ РО «Солотчинское лесничество» (Мурминское участковое лесничество), ГКУ РО «Первомайское лесничество» (Боровское участковое лесничество), ГКУ РО «Ерахтурское лесничество» (Ерахтурское участковое лесничество) на дерново-подзолистой почве с идентичными лесорастительными условиями (ТЛУ 2А).

Производственные опыты проводились по единой схеме со следующими вариантами:

BI – контроль. В данном варианте сеянцы сосны обыкновенной замачивались в дистиллированной воде. Время замачивания 0,3 часа.

BII – исследуемый вариант. В данном варианте сеянцы сосны обыкновенной замачивались в 0,0002%-й водной суспензии нанопорошка железа. Время замачивания 0,3 часа.

В 2010 году был заложен полевой производственный опыт в ГКУ РО «Солотчинское лесничество» (Мурминское участковое лесничество) на площади 11,6 га (опыт 1).

В 2013 году был заложен полевой производственный опыт в ГКУ РО «Первомайское лесничество» (Боровское участковое лесничество) на площади 6,6 га (опыт 2).

В 2016 году был заложен полевой производственный опыт в ГКУ РО «Ерахтурское лесничество» (Ерахтурское участковое лесничество) на площади 3,4 га (опыт 3).

Во всех опытах почвы дерново-подзолистые супесчаные, условия местопроизрастания А2. В опытах сеянцы высаживались вручную (используя меч-лопату Колесова) с нормой посадки 4,6 тыс. шт/га. Для учета заложены пробные площади.

Результаты исследований

Погодные условия являются одним из лимитирующих факторов приживаемости саженцев при создании лесных культур. Так, 2010 год (год закладки опыта 1) характеризуется аномально жаркими и засушливыми условиями вегетационного периода. 2013 год (год закладки опыта 2) характеризуется следующими показателями: май был не только экстремально жарким, но и сопровождался обильными осадками; среднемесячная температура воздуха июня и июля на 2-4 °С превышала климатическую норму при общем дефиците осадков; в августе практически на всей территории страны преобладала умеренно теплая погода, среднемесячная температура воздуха на 1-3 °С превысила климатическую норму. 2016 год (год закладки опыта 3) характеризуется оптимальными условиями произрастания сосны обыкновенной. В зависимости от погодных условий была разная степень приживаемости (табл.1): наименьшая в 2010 году, а наилучшая в 2016 году; в 2013 году приживаемость растений была чуть выше, чем в 2010 году и заметно ниже, чем в 2016. Применение нанопорошка железа увеличило приживаемость растений в 2010 году на 8 %, в 2013 году на 28 %, а в 2016 году на 3 %, т.е. действие нанопорошка железа на приживаемость растений проявляется в экстремальные по погодным условиям годы. Применение нанопорошка железа также положительно повлияло на сохранность саженцев сосны обыкновенной, в 2016 году сохранность в обоих вариантах составила 100%.

Таблица 1 – Приживаемость и сохранность саженцев сосны обыкновенной

Вариант опыта	Опыт 1		Опыт 2		Опыт 3	
	Приживаемость, %	Сохранность, %	Приживаемость, %	Сохранность, %	Приживаемость, %	Сохранность, %
Вариант BI	68	96	70	84	96	100
Вариант BII	76	100	98	96	99	100

Результаты эксперимента, приведенные в таблице 1, показывают, что применение нанопорошка железа с концентрацией 0,0002 % может стать одним из элементов технологии создания лесных культур сосны обыкновенной, необходимым для повышения приживаемости и сохранности саженцев культивируемой древесной породы.

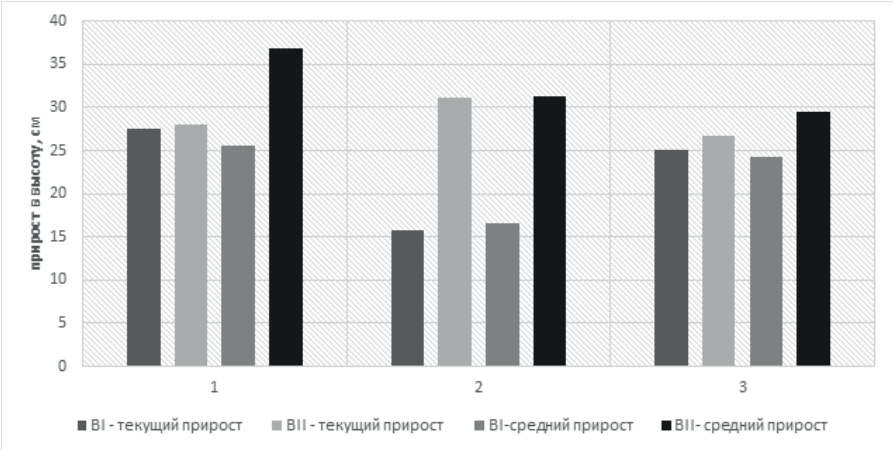
Эффективность применения нанопорошка железа в многолетних насаждениях может выявляться не только через приживаемость и сохранность, но и через прирост саженцев в высоту и в диаметре ствола в зоне корневой шейки. Различают средний прирост и текущий прирост.

Средний прирост – это величина, на которую в среднем за 1 год изменяется абсолютная величина таксационного показателя; его определяют делением таксационного показателя на возраст дерева.

Текущий прирост – это величина, на которую изменился таксационный показатель, его определяют как разность в величине таксационных показателей в данный момент и год назад.

В опытах 1 и 2 посадка проводилась однолетними сеянцами, поэтому в первый год после посад-

ки у растений сосны обыкновенной заканчивается ювенильный период. В опыте 3 посадка проводилась двухлетними сеянцами, т.е. ювенильный период у растений закончился. Для нивелирования результатов в расчетах использовались данные первых трех лет после создания лесных культур по каждому опыту.



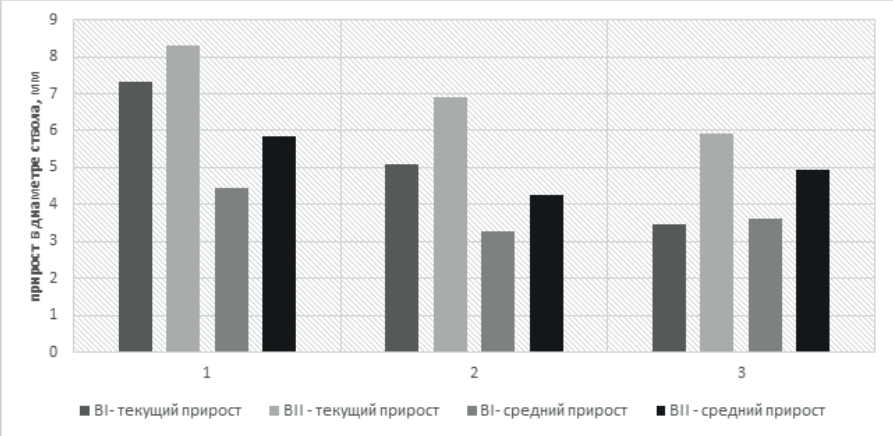
1 – в расчетах использовался период 2010-2013 годы; 2 – в расчетах использовался период 2013-2016 годы; 3 – в расчетах использовался период 2016 -019 годы

Рис. 1 – Прирост саженцев в высоту

Расчеты прироста в высоту (рис. 1) показали закономерность результатов, отражающих динамику роста растений культивируемой древесной породы. В опыте 1 текущий прирост в высоту при общепринятой технологии создания лесных культур был наибольшим и составил 27,54 см, в опыте 2 текущий прирост в высоту был наименьшим и составил 15,71 см, в опыте 3 текущий прирост в высоту составил 25,14 см. При этом отчетливо видно положительное действие исследуемого технологического компонента создания лесных культур. Так, увеличение текущего прироста в высоту при использовании нанопорошка железа находилось в пределах 0,41 см (опыт 1) или 1,5 %; 1,63 см (опыт 3) или 6,5 %. В опыте 2 увеличение текущего прироста в высоту составило 15,35 см или 49,4 %. Такие различия в результатах мы связываем с особенностями чередования погодных условий в годы учета показателей. В периоды с годами, характеризующимися экстремальными по условиям увлажнения вегетационными периодами (жаркая, засуха) в год создания культур (опыт 1) увеличение текущего прироста в высоту менее заметно, как и с благоприятными погодными условиями в год создания культур (опыт 3). В период с годами с избыточным увлажнением в вегетационный период и недостатком температур увеличение текущего прироста в высоту от нанопорошка железа заметно проявляется.

Средний прирост в высоту в опыте 1 при общепринятой технологии создания лесных культур был наибольшим и составил 25,62 см. В опыте 2 при общепринятой технологии создания лесных культур средний прирост был наименьшим и составил 16,56 см. В опыте 3 средний прирост составил 24,23 см. Увеличение по среднему приросту от применения нанопорошка железа было аналогично текущему приросту. Так, наибольшее увеличение (14,67 см или 47,0 %) отмечается во опыте 2, в опыте 1 увеличение составило 11,58 см или 30,5 %, а в опыте 3 – 5,33 см или 18 %.

Вышеуказанное доказывает, что действие нанопорошка железа лучше проявляется в экстремальных погодных условиях и может служить своеобразным барьером негативного влияния этих условий.



1 – в расчетах использовался период 2010-2013 годы; 2 – в расчетах использовался период 2013-2016 годы; 3 – в расчетах использовался период 2016-019 годы

Рис. 2 – Прирост в диаметре ствола саженцев

В целом, текущий прирост в диметре ствола в зоне корневой шейки в опыте при общепринятой технологии создания лесных культур соответствовал текущему приросту в высоту. При этом (рис.2) в опыте 1 он составил 7,31 мм, в опыте 2 – 5,08 мм, а в опыте 3 этот показатель был наименьшим и составил 3,46 мм. Увеличение текущего прироста в диаметре ствола в зоне корневой шейки от применения нанопорошка железа в первом опыте находилось в пределах + 1 мм (12,0 %), во втором опыте – 1,81 мм (26,2%), а в третьем опыте – 2,46 мм (41,6%).

Средний прирост в диметре ствола в зоне корневой шейки (рис.2) при общепринятой технологии создания лесных культур составил: в первом опыте 4,43 мм, во втором опыте 3,26 мм, а в третьем – 3,6 мм. Увеличение по среднему приросту в диметре ствола в зоне корневой шейки от применения нанопорошка железа соответствовало текущему приросту. Так, наибольшее увеличение (1,33 мм или 26,9 %) отмечается во опыте 3, в опыте 1 увеличение составило 1,41 мм или 24,1 %, а в опыте 2 – 1,0 мм или 23,4 %.

Сравнение прироста в высоту и в диаметре ствола в зоне корневой шейки в процентном выражении показало закономерность результатов, отражающих динамику роста растений культивируемой древесной породы. Однако резкое увеличение текущего и среднего прироста в высоту во втором опыте значительно превосходит процентное увеличение приростов в диаметре ствола в зоне корневой шейки, что в дальнейшем может негативно отразиться как на устойчивости данных растений к бурелому, так и на качестве древесины.

Таблица 2 – Содержание N, P, K в однолетней хвое сосны обыкновенной, 2019 год

Вариант опыта	N, мг/100гр абсолютно сухого вещества	P, мг/100гр абсолютно сухого вещества	K, мг/100гр абсолютно сухого вещества
опыт 1			
BI	731,1	126,6	650,9
BII	1981,6	188,9	651,0
опыт 2			
BI	988,5	139,4	685,0
BII	1925,5	185,4	685,0
опыт 3			
BI	1068,8	153,9	778,6
BII	1670,4	179,1	778,4

Содержание элементов питания в однолетней хвое сосны обыкновенной без применения нанопорошка железа во всех опытах характерно для данной древесной породы с учетом возраста растений (табл. 2). В первом опыте возраст деревьев составляет 9-10 лет, во втором опыте возраст составляет 6-8 лет, а в третьем опыте – 3-5 лет. У сосны обыкновенной во всех трех опытах наступил переход в имматурное состояние, которое диагностируется появлением боковых побегов и нача¬лом формирования кроны. На основании этого следует отметить, что чем моложе дерево в рамках одного начального этапа онтогенеза, тем содержание NPK выше. В первом опыте в варианте с применением нанопорошка железа содержание азота увеличилось на 1250,5 мг/100гр абсолютно сухого вещества, во втором опыте увеличение составило 937 мг/100гр абсолютно сухого вещества, а в третьем – на 601,6 мг/100гр абсолютно сухого вещества. Содержание фосфора в однолетней хвое от применения нанопорошка железа также увеличилось: в опыте 1 на 62,3 мг/100гр абсолютно сухого вещества, в опыте 2 на 46 мг/100гр абсолютно сухого вещества, а в опыте 3 – на 25,2 мг/100гр абсолютно сухого вещества. Содержание калия в однолетней хвое под влиянием нанопорошка железа практически не изменилось. На основании этого можно предположить, что накопление NPK в однолетней хвое в первое десятилетие жизни сосны имеет нисходящий характер, что связано с общим увеличением биомассы растения. Применение нанопорошка железа, активизируя синтетические процессы, способствует увеличению потребления вышеуказанных элементов, изменяя общее содержание элементов питания в однолетней хвое в сторону увеличения. Это указывает на то, что растение выносит из почвы большее количество NP, т.е. созданы лучшие условия для минерального питания, что впоследствии может сказаться на качестве древесины.

Заключение

По результатам проведенных полевых исследований, проводимых на дерново-подзолистой почве в трех полевых опытах, нами установлено положительное действие нанопорошка железа на приживаемость и сохранность саженцев сосны обыкновенной. Данный элемент технологии создания лесных культур сосны обыкновенной увеличивает текущий и средний прирост в высоту и слабо влияет на увеличение приростов в диаметре ствола в зоне корневой шейки. Содержание в однолетней хвое азота и фосфора заметно увеличилось, а содержание калия осталось на уровне контроля.

Список литературы

1. Нестеренко, А.В. Восстановление хвойных лесов в Рязанской области с использованием на-

нопорошка железа [Текст]/ А.В. Нестеренко, С.Н. Богомолова, Г.Н. Фадькин// сборник «Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы». - РГАТУ имени П.А. Костычева. – 2010. – С. 158 – 161.

2. Полищук, С.Д. Изменение лабораторной всхожести семян яровой пшеницы под воздействием обработки их ультрадисперсными материалами [Текст]/ С.Д. Полищук, Н.И. Голубева// Вестник РГАТУ. – 2010. - №3 (7). – С. 38-39

3.Фадькин, Г.Н. Изучение влияния нанокристаллических порошков металлов на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной [Текст]/ Г.Н. Фадькин, А.В. Нестеренко // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета. - РГАТУ имени П.А. Костычева. – 2010. – С. 158 – 161.

4. Фадькин, Г.Н. Эффективность использования нанокристаллического порошка железа в лесовосстановлении [Текст]/ Г.Н. Фадькин, Т.В. Бурдучкина, Л.Р. Беляева// Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. 2017. - №11. – С. 173-177.

5.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..

6. Polischuk, S. The stimulating effect of nanoparticle suspensions on seeds and seedling of scotch pine (PINUS SYLVéSTRIS) [Text]/ S. Polischuk, G. Fadkin, D. Churilov, V. Churilova, G. Churilov// IOP Conferece Series: Earth and Environmental Science 2019.- С. 012020

THE DEPENDENCE OF GROWTH PROCESSES OF THE SCOTS PINE IN THE INITIAL PERIODS OF ONTOGENESIS ON THE ACTION OF IRON NANOPARTICLES

Burduchkina Tatyana V., *Graduate Student of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology*

Fadkin Gennady N., *Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, g-fadkin@mail.ru*

Polischuk Svetlana D., *Doctor of Technical Science, Full Professor, Department of Breeding and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, svpolishuk@mail.ru*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva

The article presents an analysis of the effect of iron nanoparticles on the survival rate and safety of plants, as well as on the growth processes of the Scots pine in the initial periods of ontogenesis. The effectiveness of the preparation was evaluated by the degree of survival and safety, as well as by the current and average growth in height and trunk diameter in the zone of the root neck and the chemical composition of the annual needle. The studies were conducted on sod-podzolic soil (TLU A2) in three forestries of Ryazan region. As a control option, the generally accepted technology for creating common pine forest plantations was used. The investigated option suggested the soaking of the root system of the Scots pine seedlings in an aqueous suspension of iron nanoparticles. It was found that the best effect of the use of iron nanoparticles can be expected in extreme weather years. So in 2010, the increase in survival rate was 8%, in 2013 it was 28%, and in 2016 it amounted to 3%. The increase in current growth in height using iron nanoparticles was 0.41 cm in experiment 1 and 1.63 cm in experiment 3. The increase in average growth in height was the largest in experiment 2 and amounted to 15.35 cm. The current and average increments in the trunk diameter in the zone of the root neck in all three experiments did not have significant differences and was comparable to the years of research. The content of nitrogen, phosphorus and potassium in the annual needle without the use of iron nanoparticles corresponded to the tree species and its age. The use of iron nanoparticles in all three experiments increased the nitrogen and phosphorus content in the needle and did not change the potassium content.

Key words: *common pine forest crops, iron nanoparticles, survival rate, preservation, current growth, average growth, annual needle, nutrients, nitrogen, phosphorus, potassium, sod-podzolic soil.*

Literatura

1. Nesterenko, A.V. Vosstanovlenie khvoinykh lesov v Ryazanskoy oblasti s Ispolzovaniem nanoporoshka zheleza [Tekst] / A.V. Nesterenko, S.N. Bogomolova, G.N. Fadkin// sbornik “Sovremennaya nauka glazami molodykh uchenykh: dostijeniya, problemy, perspektivy”. – RGATU im. P.A. Kostycheva. – 2014. – s.91-95

2. Polischuk, S.D. Izmenenie laboratornoi vskhojesti semyan yarovoi pshenicy pod vozdeistviem obrabotki ikh ultradispersnymi materialami [Tekst] / S.D.Polischuk, N.I. Golubeva// Vestnik RGATU. - 2010. № 3 (7). – s. 38-39.

3. Fadkin, G.N. Izuchenie vliyaniya nanokristallicheskikh poroshkov metallov na rost razvitie seyzncev sosny obyknovennoy [Tekst] / G.N. Fadkin, A.V. Nesterenko// yubileinyi sbornik nauchnykh trudov studentov, aspirantov I prepodavatelei agroekologicheskogo fakulteta. - RGATU im. P.A. Kostycheva. – 2010. – s.158-161.

4. Fadkin, G.N. Effektivnost Ispolzovaniya nanokristallicheskogo poroshka zheleza v lesovosstanovlenii [Tekst] / G.N. Fadkin, T.V. Burduchkina, L.R. Belyaeva// Problemy mekhanizacii agrokhimicheskogo obespecheniya selskogo khozyaistva. 2017. - №11. – s.173-177.

5. Churilov, G.I. Biologicheskoe deistvie nanorazmernykh metallov na razlichnye gruppy rastenii [Tekst] / G. I. Churilov, S. D. Polischuk, L.E. Ampleeva [I dr.]. – Ryazan: Izdatelstvo RGATU, 2010. – 150 s.

6. Polischuk, S. The stimulating effect of nanoparticle suspensions on seeds and seedling of scotch pine (PINUS SYLVéSTRIS) [Text]/ S. Polischuk, G. Fadkin, D. Churilov, V. Churilova, G. Churilov// IOP Conferece Series: Earth and Environmental Science 2019. C. 012020

УДК 619:616-091.8:637.5.04/.07 DOI 10.36508/RSATU.2020.41.90.018

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ ПРИ СТРЕСС-СИНДРОМЕ, ВЫЗВАННОМ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КОНЕЧНОСТЕЙ

МАТВЕЕВА Анастасия Валерьевна, *аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных, astya29091@mail.ru*

САЙТХАНОВ Эльман Олегович, *канд. биол. наук, доцент зав. кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных,*

elmanrzn <elmanrzn@gmail.com

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Цель исследований заключалось в изучении клинико-физиологического состояния и оценке интенсивности процессов перекисного окисления липидов у коров с патологиями конечностей в сравнении со здоровыми. Работа проводилась в СПК «Вышгородский» Рязанского района Рязанской области, мы проводили физикальное обследование для определения клинически здоровых коров и коров с заболеваниями конечностей. В контрольную и опытную группы включались коровы голштинской породы, массой 550-650 кг, 3-4-й лактации. В опытную группу 2 включались коровы с заболеваниями конечностей: язвы Рустергольца, абсцесса венчика, пальцевого пододерматита, гнойного пододерматита. Определяли продукты перекисного окисления: количество диеновых конъюгатов, малонового диальдегида, кетодиенов; определяли содержание холестерина в сыворотке крови. У коров с заболеваниями конечностей и находящихся в стрессовом состоянии в крови повышаются глюкокортикостеройды – гормон кортизол, вследствие этого запускается процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ), что приводит к деградации гормонов стресса, и организм начинает усилено отвечать кортикотропной функцией гипофиза. В процессе перекисного окисления липидов накапливается значительное количество продуктов ПОЛ, у коров нарушается процесс глюкогенеза, нарушается гомеостаз. При патологических процессах, а именно при патологиях конечностей, возникает окислительный стресс в организме коров, который сопровождается процессами перекисного окисления липидов, что сопровождается повышением в крови количества конъюгированных диенов, кетодиенов, малонового диальдегида; на фоне повышения продуктов перекисного окисления снижается содержание холестерина у больных коров. При окислительном стрессе вследствие возникших патологических процессов конечностей у коров происходит изменение клинико-физиологических показателей: снижение активности, аппетита, реакции на внешние раздражители; повышается температура тела, частота пульса.

Ключевые слова: *стресс-реакция, заболевания конечностей, нарушение гомеостаза, клинико-физиологическое состояние коров.*

Введение

В настоящее время проблема заболеваний конечностей все так же остается без должного внимания. По мнению многих ученых – Н.И. Ярован, Т.В. Смагиной, О.Г. Пискуновой заболевания конечностей чаще возникают у высокопродуктивных коров. При возникновении воспалительных процессов в тканях конечностей у коров возникает болевой синдром и развивается стресс-синдром, нарушается клинико-физиологическое состояние организма, что в дальнейшем приводит к удлинению сервис-периода, значительному сокращению выхода телят, снижению продуктивности в среднем на 25 %, [9].

Многие ученые: В.А. Ермолаев и соавт., (2011); В.М. Руколь, (2014); А.А. Стекольников, (2014); Cha E. et. al., (2010) отмечают, что причин для возникновения заболеваний конечностей у коров множество, например, снижение естественной резистентности, грубые нарушения в рационах кормления, особенно у высокопродуктивных коров. Отмечают отсутствие плановой диспансеризации поголовья и проведения лечебно-диагностических обработок конечностей, а именно качественной расчистки и обрезки отросшего копытцевого рога [1,6,7,10].

Н.И. Ярован, М.Х. Гумарова (2010) считают, что чаше встречаются заболевания конечностей септического характера, а причиной возникновения является нарушение зоогигиенических норм содержания коров и присоединение патогенной микрофлоры при травматизации конечностей. Гнойно-некротические поражения сопровождаются гнойно-некротическими осложнениями, что в дальнейшем приводит к возникновению обширного очага воспаления и к возникновению болевого синдрома, потере двигательной активности конечностей. Они отмечают множество причин, способ-

© Матвеева А. В., Сайтханов Э. О., 2020 г.

ствующих возникновению гнойно-некротических процессов в конечностях, но в основном это нарушение зоогигиенических требований содержания (влияние сырости, аммиачных соединений, содержащихся в фекалиях и в моче [8].

По данным Некрасова Э.В. (2012) Вследствие патологического процесса возникает окислительный стресс, который сопровождается процессами перекисного окисления липидов [5].

По данным Кушнира И.Ю. (2002) процессы перекисного окисления липидов играют очень важную роль в регуляции и активности ферментов мембраносвязывающих; процессов проникновения и активного транспорта веществ; в рецепции, синтезе и метаболизме внутренних регуляторов физиологических функций медиаторов воспаления, стероидных гормонов, обуславливающих практически все проявления жизнедеятельности. Поэтому процессы перекисного окисления липидов имеют существенное значение не только для нормальных физиологических и биохимических процессов, протекающих как в клетках, так и в самом организме, но и могут выступать как ключевое звено развития патогенеза различных заболеваний [2].

При возрастании процессов ПОЛ в организме происходит нарушение постоянства внутренний среды, процессы глюконеогенеза нарушаются, вследствие этого происходит нарушение баланса основных питательных и энергетических компонентов мышечной ткани животных и, соответственно, снижение их пищевой ценности и качества в целом [4]. Ранее нами было выявлено, что в мясе больных животных содержание белка в среднем ниже на 14,9 %, жира на 28,9 % в сравнении с мясом здоровых животных. Кроме того, как показали результаты проведенной ветеринарно-санитарной экспертизы, развитие стресс-синдрома вследствие возникновения патологических процессов в конечностях у крупного рогатого скота приводит к снижению качественных показателей продуктов убоя вследствие запуска механизма антиоксидантной защиты и повышенного расхода энергетических запасов [3].

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы проводилась в СПК «Вышгородский» Рязанского района Рязанской области. Определение коньюгированных диенов, кетодиентов, малоновыйдиальдегида, общих липидов приводили на базе научного центра лабораторных исследований ФГБОУ ВО РГАТУ.

Клинико-физиологические параметры (пульс, кол-во дыхательных движений, температуру тела) фиксировали общепринятыми методами.

Определение продуктов перекисного окисления – количества диеновых конъюгатов (ДК) в плазме крови коров оценивали на основе классического метода Z. Placer (1968) в модификации В.Б. Гаврилова, М.И. Мишкорудной (1983). Экстракцию липидов из плазмы проводили смесью полярного растворителя (изопропанола) и не полярного (гептана) и на последующей спектрометрии.

Содержание ТБК-продуктов (малоновый диальдегид) в плазме оценивали с помощью фотоколориметрии окрашенных веществ, образующихся при реакции МДА с тиобарбитуровой кислотой (ТБК). Содержание холестерина определяли на биохимическом анализаторе ChemWell 2910 Combi.

За период исследований провели клинический осмотр 400 голов коров, содержащихся в одном типовом четырехрядном коровнике животноводческого хозяйства СПК «Вышгородский». Объектами исследования послужили коровы голштинской породы, массой 550-650 кг, 3-4-й лактации. На основе данных клинического осмотра для решения поставленных задач нами были сформированы 2 группы коров по принципу аналогов, по 20 голов в каждой. В опытную группу 2 включили коров с заболеваниями конечностей (абсцесс венчика, гнойный пододерматит, язва Рустергольца, пальцевый дерматит), в группу 1 (контрольная) – клинически здоровых коров.

Статистическую обработку полученных цифровых данных выполняли с использованием программы Microsoft Excel. Разницу в цифровых значениях считали достоверной при уровне значимости не ниже $p \leq 0,05$ с использованием критерия Манна-Уитни.

Результаты исследования

После проведения физикального исследования 400 голов коров мы сформировали группу из 20 голов с патологиями конечностей, где выделили: пальцевый дерматит, гнойный пододерматит, абсцесс венчика, язву Рустергольца (рис. 1.)

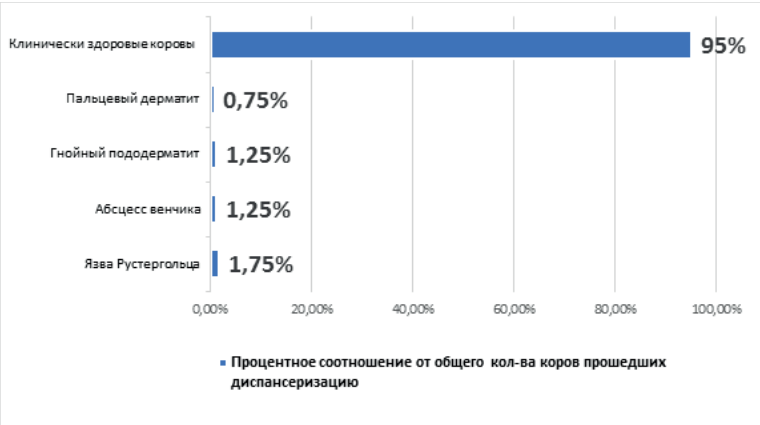


Рис. 1 – Процентное соотношение выделенных патологий от общего количества прошедших физикальное исследование коров

Из рисунка 1 видно, что все патологии конечностей составляют 5 %. Выделили такие патологии: язва Рустергольца – 1,75 %; гнойный пододерматит – 1,25 %, абсцесс венчика – 1,25, пальцевый дерматит – 0,75 %.

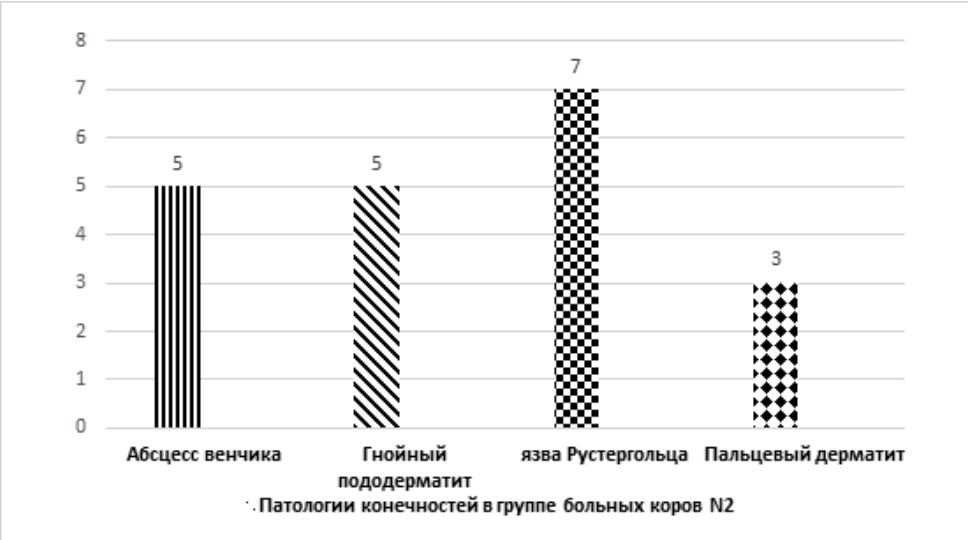


Рис. 2 – Процентное соотношение патологий конечностей коров к общему количеству больных коров из группы 2

На рисунке 2, видно, что на первом месте по встречаемости патологии конечностей стоит язва Рустергольца – 35 % (7 голов); далее идут абсцесс венчика – 25 % (5 голов) и гнойный пододерматит – 25 % (5 голов), последнее место по распространенности занимает пальцевый дерматит – 15 % (3 головы).

Для изучения развития стресс-реакции проводили клинико-физиологическое исследование коров: измеряли температуру тела, состояние пульса, количество дыхательных движений, оценивали аппетит, реакцию на внешние раздражители (таблицы 1,2).

Таблица 1 – Клинико-физиологические показатели клинически здоровых коров (группа 1) и с заболеваниями конечностей (группа 2) при проведении физикального обследования

Показатели	Группа 1	Группа 2
Частота пульса за 15 с, ударов	30,6±0,86	39,4±0,94 **
Частота пульса 1 мин, ударов	122,4±1,12	157,6±1,11 ***
Количество дыхательных движений за 1 мин	30,1±0,66	36,6± 0,71**
Температура тела, ^{0} С	38,.5±0,44	39,4±

Примечание: различия статистически достоверны по сравнению с контролем: * – P<0,05, ** – P<0,01

У коров с заболеваниями конечностей отмечали повышение температуры тела, частота пульса достоверно увеличилась в среднем на 23,4 % (P<0,01). Количество дыхательных движений достоверно увеличилось на 17,8 %. Кроме того, у животных с гнойно-некротическими поражениями конечностей (рисунки 3,4) мы отмечали снижение аппетита, реакция на внешние раздражители также была снижена, что свидетельствует о наличии системно выраженного патологического состояния

При стрессовых реакциях у животных с выраженными клинически воспалительными заболеваниями копытец, в особенности гнойно-некротического характера, повышается содержание в крови глюкокортикоидов (ГКС), что было установлено нами ранее [4].

На фоне повышения в крови количества гормонов надпочечников, в частности, кортизола, увеличиваются процессы перекисного окисления липидов, вследствие этого происходит деградация гормонов стресса и организм начинает усилено отвечать кортикотропной функцией гипофиза [7].

Рис. 3 – Гнойно-некротические поражения конечностей (флегмона венчика)

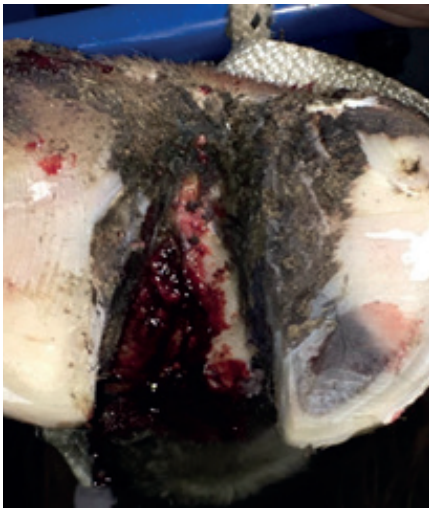


Рис. 4 – Гнойно-некротические поражения конечностей (межпальцевый пододерматит)

Таблица 2 – Основные показатели перекисного окисления липидов и количество кортизола в крови коров

Показатель	Группа 1	Группа 2
Кортизол, нмоль/л	20±4	136±11**
Конъюгированные диены, ед.оп. пл./мг липидов	0,182±0,005	0,234±0,018**
Кетодиены, ед.оп.пл./мг липидов	0,058±0,007	0,088±0,007*
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	0,25±0,020	0,53±0,022*
Холестерин, ммоль/л	5,35±0,34	2,61±0,8*

Примечание: различия статистически достоверны по сравнению с контролем: * – P<0,05, ** – P<0,01

После статистической обработки полученных результатов была установлена четкая закономерность в активизации процессов перекисного окисления липидов у животных с выраженной патологией копытец. Как видно из данных, представленных в таблице 2, состояние стресса подтверждает достоверно большее количество кортизола в сыворотке крови коров группы 2 по сравнению с контрольной группой, что согласуется с полученными нами данными ранее [4].

При изучении корреляции основных индикаторов перекисного окисления липидов было установлено, что в крови коров с заболеваниями конечностей количество конъюгированных диенов выше на 22,3 % (p<0,01), кетодиенов на 34,1 % (p<0,05), малонового диальдегида на 52,9 % (p<0,05), чем у животных группы 2 (контрольной). У больных коров содержание холестерина в сыворотке крове было ниже на 51,3 % (p<0,05) в сравнении со здоровыми животными. Отмеченные изменения свидетельствуют об активации продуктов перекисного окисления липидов, что характерно для воспалительных заболеваний любого генеза. При этом количество конечных продуктов указывает на выраженность воспаления на системном уровне.

Выводы

После проведения физикального исследования коров мы выделили 5 % животных с заболеваниями конечностей: язвой Рустергольца – 1,75 %; гнойным пододерматитом – 1,25 %, абсцессом венчика – 1,25 %, пальцевым дерматитом – 0,75 %. Распространение данных патологий в хозяйстве СПК «Вышгородский» свидетельствует о недостаточной лечебно-профилактической обработке конечностей и нарушении зоогигиенических норм удаления навозной жижи.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что возникновение любой стресс-реакции в организме животных приводит к нарушению постоянства внутренней среды, что способствует активному расходу энергетических запасов. При патологических процессах, а именно при патологиях конечностей, возникает окислительный стресс, который сопровождается процессами перекисного окисления липидов (ПОЛ), что сопровождается повышением в крови количества конъюгированных диенов на 22,3 %, кетодиенов на 34,1 %, малонового диальдегида на 52,9 %. На фоне повышения продуктов перекисного окисления снижается содержание холестерина на 51,3 % у больных коров. Отмеченные изменения характеризуют местный септический воспалительный

процесс в области копытец у коров (абсцесс венчика, гнойный пододерматит, язва Рустергольца, пальцевый дерматит) как значительный, имеющий системное действие.

Список литературы

1.Ермолаев В.А. Ортопедические заболевания у коров / В.А.Ермолаев Е.М.Марьин,П.М. Мещенко П.М. // Актуальные проблемы ветеринарной хирургии: Материалы Международной научно – практической конференции. – Ульяновск, - 2011. – С. 3-9.

2.Кушнир И.Ю. Перекисное окисление липидов у коров с различной молочной продуктивностью в период сухостоя и после родов И.Ю. Кушнир [Текст] // Материалы международной практической конференции, - Воронеж – 2002. С. 77-82.

3.Матвеева А.В. Ветеринарно-санитарная характеристика продуктов убоя при септических заболеваниях конечностей с анализом зависимости и течения стресс-синдрома/ А.В. Матвеева, Э.О. Сайтханов // материалы 70-й Международной научно-практической конференции Рязань, - 2019. – С. 128

4.Матвеева А.В. / Изменения в гематологическом и биохимическом профиле у коров при стрессе вызванном патологиями конечностей / А.В. Матвеева, Э.О. Сайтханов // Международный вестник ветеринарии. - № 3. - СпбГАВМ. – 2019 – С. 109

5.Некрасов Э.В. Методы анализа перекисного окисления липидов в медико-биологических исследованиях/Э.В.Некрасов [Текст] // Бюл. физ. и пат. дых., 2012. -№46.

6.Руколь В.М. Применение препарата «Биохелат – спрей» для лечения коров с болезнями пальцев/ В.М. Руколь // Ученые записки учреждения образования Витебской ГАВМ. – 2014. – Т. 50. - №1. – С. 138-141.

7.Стекольников А.А. Анатомо - физиологические аспекты болезней конечностей у коров/ А.А. Стекольников, Б.С.Семенов, О.К.Суховольский // Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных: материалы V Всероссийской научной интернет конференции с междунар. участием, посвящ. 140 – летиюкаф. анатомииК-ГАВМ. – 2014. – С. 181-186.

8. Активность антиоксиданта церулоплазмина при нормальном отёле и задержании последа/ Н.И.Яровен, М.Х.Гумаров [Текст] // Материалы III Международной интернет-конференции «Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству», Орел – 2010.- С.24-26

9. Морфо-биохимические изменения крови при окислительном стресс у коров с болезнями копыт/ Н.И.Яровен, Т.В.Смагина,О.Г. Пискунова [Текст] // Вестник ветеринарии Орел ГАУ, 2014.-№6.-С.23-27.

10.Cha E. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming / E. Cha, J.A. Hertl, D. Bar, Y.T. Gröhn // Preventive Veterinary Medicine. – 2010. – V. 97. – P. 1–8

PECULIARITIES OF LIPID PEROXIDATION IN THE COW ORGANISM IN STRESS SYNDROME CAUSED BY EXTREMITIES

Matveeva Anastasia V., *graduate student of the Department of Veterinary Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Animal Diseases, astya29091@mail.ru*

Saytkhanov Elman O., *Ph.D. biol. in Economics, Associate Professor, Chair of Veterinary Sanitary Examination, Surgery, Obstetrics and Internal Animal Diseases, elmanrzn <elmanrzn@gmail.com*

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva

The aim of the research was to study the clinical and physiological state and assess the intensity of lipid peroxidation processes in cows with limb pathologies in comparison with healthy ones.The work was carried out in the farm of the Ryazan region in the SEC "Vyshgorodsky" of the Ryazan region, we conducted a physical examination to determine clinically healthy cows and diseases of the limbs. The control and experimental groups included cows of the Holstein breed, weighing 550-650 kg, 3-4 lactations. The experimental group N2 included cows with diseases of the extremities: Rustergolts ulcer, corolla abscess, digital subdermatitis, purulent subdermatitis. Peroxidation products were determined, namely: the amount of diene conjugates, malondialdehyde, ketodienes, and serum cholesterol was also determined. Glucocorticosteroids, namely the cortisol hormone, increase in cows with limb diseases and in a stressed state, namely, the lipid peroxidation process, which leads to the degradation of stress hormones and the body begins to respond more intensely to the corticotropic function of the pituitary gland. In the process of lipid peroxidation, a significant amount of lipid peroxidation products is accumulated, the process of glucogenesis is disrupted in cows, and homeostasis is disrupted. In pathological processes, namely in pathologies of the extremities, oxidative stress arises in the body of cows, which is accompanied by lipid peroxidation (LPO) processes, which is accompanied by an increase in the number of conjugated dienes, ketodienes, malondialdehyde in the blood, while cholesterol content decreases in the presence of increased peroxidation products sick cows. With oxidative stress due to the arising pathological processes of the limbs in cows, there is a change in clinical and physiological parameters, there is a decrease: activity of cows, appetite, reaction to external stimuli; rises: body temperature, pulse rate.

Key words: *stress reaction, limb diseases, violation of homeostasis, clinical and physiological condition of cows.*

Literatura

1.Ermolaev V.A., Mar'in E.M., Meshchenko P.M. Ortopedicheskie zabolevaniya u korov / Aktual'nye problemy veterinarnoj hirurgii: materialy Mezhdunar. nauch. – prakt. konf. – Ul'yanovsk, 2011. – S. 3-9.

2.Kushnir I.YU. Perekisnoe okislenie lipidov u korov s razlichnoj molochnoj produktivnost'yu v period suhostoya i posle rodov [Tekst] // Materialy mezhd. prak. konf., Voronezh – 2002. S. 77-82.

3.Matveeva A.V. Veterinarno-sanitarnaya harakteristika produktov uboya pri septicheskih zabolevaniyah konechnostej s analizom zavisimosti i techeniya stress-sindroma/ A.V. Matveeva, E.O. Sajthanov // materialy 70-j Mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii Ryazan', - 2019. – S. 128

4.Matveeva A.V. / Izmeneniya v gematologicheskom i biohimicheskom profile u korov pri stresse vyzvannom patologiyami konechnostej / A.V. Matveeva, E.O. Sajthanov // Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii № 3 SpbGAVM. – 2019 – S. 109

5.Nekrasov E.V. Metody analiza perekisnogo okisleniya lipidov v mediko-biologicheskih issledovaniyah [Tekst] // Byul. fiz. i pat. dyh.. 2012. №46.

6.Rukol' V.M. Primenenie preparata «Biohelat – sprej» dlya lecheniya korov s boleznyami pal'cev // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskoj GAVM. – 2014. – T. 50. - №1. – S. 138-141.

7.Stekol'nikov A.A., Semenov B.S., Suhovol'skij O.K. Anatomo - fiziologicheskie aspekty boleznej konechnostej u korov // Sovremennye problemy anatomii, gistologii i embriologii zhivotnyh: materialy V Vseros. nauch. internet konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 140 – letiyukaf. anatomiiKGAVM. – 2014. – S. 181-186.

8.YArovan N.I., Gumarov M. H., Aktivnost' antioksidanta ceruloplazmina pri normal'nom otyole i zaderzhanii posleda [Tekst] // Materialy III Mezhdunarodnoj internet-konferencii «Innovacionnye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti himii sel'skohozyajstvennomu proizvodstvu», Orel – 2010.- S.24-26

9.YArovan N.I., Smagina T.V. Piskunova O.G. Morfo-biohimicheskie izmeneniya krovi pri okislitel'nom stress u korov s boleznyami kopyt [Tekst] //Vestnik veterinarii Orel GAU, 2014.-№6.-S.23-27.

10.Cha E. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming / E. Cha, J.A. Hertl, D. Bar, Y.T. Gröhn // Preventive Veterinary Medicine. – 2010. – V. 97. – P. 1–8

УДК 636.5.034 ***DOI 10.36508/RSATU.2020.66.91.019***

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КУР-НЕСУШЕК КРОССА ДЕКАЛБ УАЙТ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ИММУНОФЛОР

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

БОРОНИН Валерий Викторович, *аспирант 2 года обучения кафедры морфологии, акушерства и терапии, boronin.v@mail.ru*

ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА

Проведено научное исследование с целью реализации продуктивных качеств яйценоской породы кур кросса Декалб Уайт. Нами использован отечественный комплексный пробиотический препарат Иммунофлор, разработанный ООО «ПК КРОС Фарм». На фоне применения указанного препарата установлено, что среднесуточный показатель яйценоскости в 1-й и 2-й опытных группах превосходил таковой в контроле: на 150-е сутки – на 9,66 и 8,48 %, на 180-е сутки – 8,8 и 5,04 %, на 210-е сутки – 8,16 и 6,44 %, на 240-е сутки –11,68 и 3,8 %, на 270-е сутки – 7,72 и 4,84 %, на 300-е сутки – на 8,34 и 5,86 % соответственно. Кроме этого, средний показатель массы яиц в 1-й и 2-й опытных группах оказался выше, нежели в контроле: на 1-е сутки хранения – на 7,38 и 5,77 %; на 7-е сутки – на 7,53 и 5,87 %; на 14-е сутки – на 8,18 и 6,12 % соответственно. Установлено, что в контрольных образцах воздушная камера была меньше на 0,1 мм, чем в образцах опытных групп. Масса белка яиц контрольной группы была меньше на 7,12 и 4,88 %, чем в первой и второй опытных группах соответственно. Масса желтка в контроле была ниже, чем в первой и второй опытных группах на 9,96 и 9,12 % соответственно. Показатели массы скорлупы в первой и второй опытных группах были выше, чем в контрольной группе, на 0,94 и 1,70 % соответственно. Установлено, что на 7-е сутки хранения потеря в массе яиц в 1-й и 2-й опытных группах составила 1,50 и 1,56 % соответственно, что ниже, чем в контроле. На 14-е сутки хранения потеря в массе яиц в 1-й и 2-й опытных группах составила 1,95 и 2,36 %, что также оказалась ниже, нежели в контрольной группе. Следует отметить, что наиболее выраженный соответствующий эффект получен на фоне введения препарата

© Семенов В. Г., Боронин В. В., 2020 г.

в рацион суточных цыплят с водой.

Ключевые слова: *куры, Декалб Уайт, пробиотический препарат Иммунофлор, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bifidobacterium globosum, Enterococcus faecium, Saccharomyces cerevisiae, яйценоскость, яйца.*

Введение

В современных реалиях аграрной промышленности птицеводство является одним из ведущих направлений, которое оказывает значительное влияние на уровень продовольственного обеспечения страны. Организация нормированного и рационального кормления является одной из важнейших составляющих повышения эффективности производства продукции птицеводства [2, 6].

В совокупности с интенсивным ростом с первых суток жизни молодняка кур заметны изменения, которые связаны с перестройкой организма и адаптацией к новым схемам в кормлении. В этот период возникают расстройства системы пищеварения, снижается естественная резистентность, следовательно, и устойчивость молодняка к действию неблагоприятных факторов среды обитания, среди которых нарушение зоогигиенических правил кормления и содержания [1, 3].

Снижение резистентности организма к инфекционным заболеваниям, нарушение микробной ассоциации является актуальной проблемой. В этой ситуации больше всего можно наблюдать уменьшение количества лакто- и бифидобактерий, выполняющих ряд задач в работе желудочно-кишечного тракта в организме птиц [6, 8].

В связи с этим значительно возрос интерес к препаратам пробиотического ряда. Данные многих авторов указывают на широкий спектр действия пробиотических препаратов на микроорганизмы, населяющие желудочно-кишечный тракт, и метаболические функции как сельскохозяйственных животных, так и птиц, причем пробиотическое действие определяется совокупностью специфических активностей, свойственных данным организмам [1, 5, 7].

Использование пробиотических препаратов предупреждает возникновение ряда заболеваний в виде расстройств желудочно-кишечного тракта, повышает усвояемость корма, вследствие чего увеличивается рост, сокращается заболеваемость и гибель поголовья [1, 3].

В свете изложенного следует отметить, что качество получаемой продукции напрямую зависит от состояния микрофлоры желудочно-кишечного тракта, что отражается, в частности, на яичной продуктивности кур-несушек. Вследствие этого применение биологически безопасных препаратов, а именно таких, как пробиотики – приоритетная задача птицеводческой индустрии.

Иммунофлор – это комплексный пробиотический препарат, который состоит из натуральных компонентов. Данный препарат предназначен для обогащения и балансирования рационов птицы с целью повышения продуктивности.

В состав указанного препарата входят следующие компоненты:

– Bacillus Subtilis и Bacillus licheniformis – являются продуцентами амилаз, протеаз, аминокислот, полипептидных антибиотиков и некоторых полисахаридов; используются для защиты желудочно-кишечного тракта и предотвращения развития микробного дисбаланса;

– Bifidobacterium globosum – обладают выраженной антагонистической активностью против гнилостных бактерий;

– Enterococcus faecium – обладают высокой ферментативной активностью благодаря синтезу бактерицинов, подавляющих патогенные микроорганизмы; активизируют кишечный иммунитет, ферментируют углеводы с образованием молочной кислоты;

– Saccharomyces cerevisiae – дрожжевые клетки, поглощающие кислород в процессе своей жизнедеятельности, создавая анаэробные условия, неблагоприятные для развития патогенной микрофлоры, которые также являются условно-патогенными;

– Хитозан – понижает уровень холестерина, мочевой кислоты в крови, обладает антибактериальными и противогрибковыми свойствами, улучшает усвоение кальция из кормов; усиливает кишечную перистальтику, повышает скорость выведения из организма шлаков и токсинов;

– Лактоза – дисахарид, который является питательным субстратом для молочнокислых бактерий и пищеварительного тракта.

Цель работы – повышение продуктивных качеств кур-несушек кросса Декалб Уайт с использованием отечественного комплексного пробиотического препарата Иммунофлор.

Материалы и методы

Научно-исследовательская работа проведена на базе сельскохозяйственного производственного кооператива «Горномарийская птицефабрика» Республики Марий Эл. Обработка материалов осуществлялась на базе кафедры морфологии, акушерства и терапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия».

Для проведения научно-исследовательской работы нами были сформированы три группы цыплят суточного возраста по принципу аналогов по 50 голов в каждой – две опытных и одну контрольную. С целью реализации биоресурсного потенциала продуктивных качеств кур-несушек использовали комплексный пробиотический препарат Иммунофлор, разработанный ООО «ПК КРОС Фарм». Цыплятам первой опытной группы в составе основного рациона давали Иммунофлор с первого по двадцать первые сутки жизни в соответствии с инструкцией по применению из расчета 15 г/т воды. Цыплятам второй опытной группы в составе основного рациона давали Иммунофлор из расчета 15 г/т корма в течение такого же времени. В контрольной группе цыплята указанный препарат не получали.

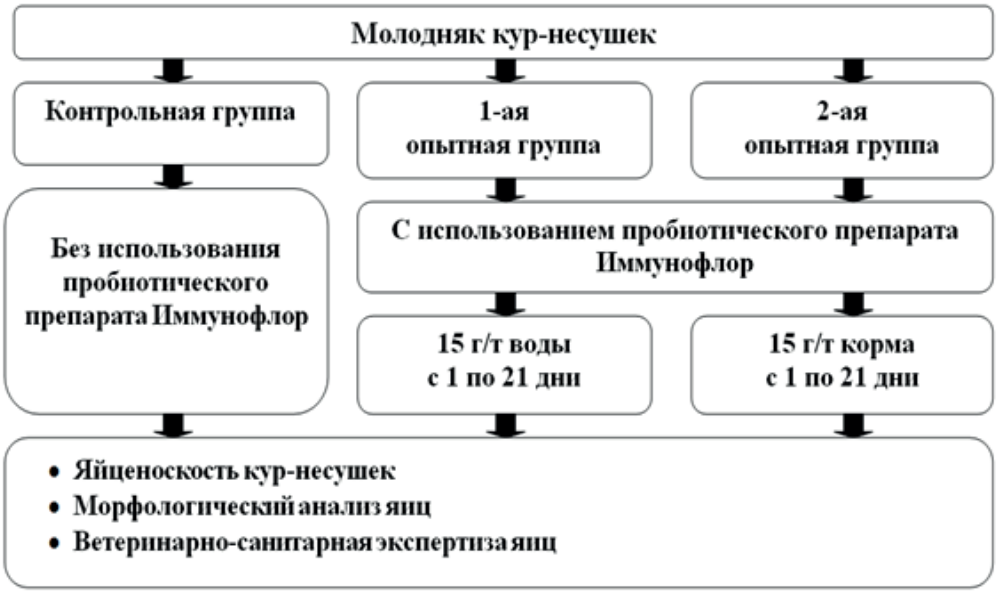


Рис. 1 – Схема проведения опыта

Результаты

Установлено, что основные показатели микроклимата в помещениях для содержания птиц на протяжении всего времени исследования соответствовали зоогигиеническим нормам и удовлетворяли физиологическим потребностям птиц. Среднесуточные рационы для кур-несушек в период яйценоскости со 120 по 300 дни обеспечивали потребности организма в соответствии с детализированными нормами кормления.

Анализ полученных данных свидетельствует, что включение комплексного пробиотического препарата Иммунофлор в рацион молодняка кур яичной направленности оказало положительное влияние на интенсивность яйценоскости (табл. 1)

Таблица 1 – Показатели яйценоскости со 120 по 300 сутки, %

Группа	Яйценоскость, сут.					
	150	180	210	240	270	300
Контрольная	68,84± 4,67	74,62± 3,24	78,46± 2,19	80,86± 2,16	85,58± 2,21	86,68± 3,24
1-я опытная	78,5± 3,23*	83,42± 2,22*	86,62± 2,21*	92,54± 3,26*	93,3± 2,25*	95,02± 2,19*
2-я опытная	77,32± 3,21*	79,66± 2,13*	84,9± 2,23*	84,66± 3,19*	90,42± 2,18*	92,54± 3,21*

* – P<0,05

Установлено, что среднесуточный показатель яйценоскости в первой и второй опытных группах превосходил таковой в контроле: с 120 по 150 сутки – на 9,66 и 8,48 %; с 151 по 180 сутки – 8,8 и 5,04 %; с 181 по 210 сутки – 8,16 и 6,44 %; с 211 по 240 сутки – 11,68 и 3,8 %; с 241 по 270 сутки – 7,72 и 4,84 %; с 271 по 300 сутки – на 8,34 и 5,86 % соответственно (табл. 1).

В то же время применение пробиотического препарата Иммунофлор с водой в первой группе дает больший эффект, чем его применение с кормом, о чем также свидетельствуют результаты проведенных исследований.

Было проведено исследование массы яиц. Полученные экспериментальные данные и их анализ свидетельствуют о положительном влиянии апробируемого пробиотического препарата на массу снесенных яиц (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя масса яиц

Группа	Средняя масса яиц, г		
	1-е сутки	7-е сутки	14-е сутки
Контрольная	50,67± 2,13	49,83± 2,19	48,52± 3,21
1-я опытная	54,71± 1,16*	53,89± 2,37*	52,84± 2,59*
2-я опытная	53,77± 1,12*	52,93± 2,17*	51,68± 2,28*

* – P<0,05

Из приведенной выше таблицы видно, что средний показатель массы яиц в первой и второй опытных группах превосходит таковой в контроле на 4,04 г и 3,1 г или 7,38 % и 5,77 % соответственно.

Следует отметить, что применение данного препарата с водой также дало больший эффект в сравнении с его применением с кормом, так масса яиц в первой опытной группе оказалась выше, чем во второй опытной на 1,7 %.

В ходе экспериментальной работы была проведена оценка морфологического состава снесенных яиц. Так, исходя из данных приведенной ниже таблицы (табл. 3) видно, что в контрольных образцах высота воздушной камеры составила 0,5 мм, что на 0,1 мм больше, чем в образцах опытных групп. Масса белка яиц контрольной группы составила 28,68 г, что на 7,12 и 4,88 % меньше, чем в первой и второй опытных группах соответственно. Масса желтка в контроле равнялась 15,64 г, что ниже, чем в первой и второй опытных группах на 9,96 и 9,12 % соответственно. Масса скорлупы в первой опытной группе составила 6,46 г и во второй опытной – 6,41 г, что выше, чем в контрольной группе, на 1,70 и 0,94 % соответственно.

В то же время показатели массы белка, желтка и скорлупы в опытной группе при применении препарата с водой были выше, чем в опытной группе с применением его в составе комбикорма (табл. 3).

Таблица 3 – Морфологическая характеристика снесенных яиц

Группа	Группа цыплят		
	контрольная	первая опытная	вторая опытная
Воздушная камера, мм	0,5±0,1	0,4±0,1*	0,4±0,1*
Белок, г	28,68±2,11	30,88±2,41*	30,15±2,33*
Желток, г	15,64±1,17	17,37±1,25*	17,21±1,19*
Скорлупа, г	6,35±0,52	6,46±0,43*	6,41±0,47*

* – P<0,05

Была исследована динамика потери массы яиц в течение 7 и 14 суток со дня снесения. На 7-е сутки хранения потеря в массе яиц в 1-й и 2-й опытных группах составила 1,50 % и 1,56 %, что оказалось ниже, чем в контроле (1,66%). На 14-е сутки хранения потеря в массе яиц в 1-й и 2-й опытных группах составила 1,95 % и 2,36 %, что также было ниже, нежели в контроле (2,63 %).

Применение пробиотического препарата Иммунофлор с водой также дало наиболее выраженный эффект, чем его использование с кормом. Так, на 7-е сутки хранения масса яиц, снесенных в первой опытной группе, была выше, чем во второй опытной, на 1,8 % и на 14-е сутки – на 2,2 %.

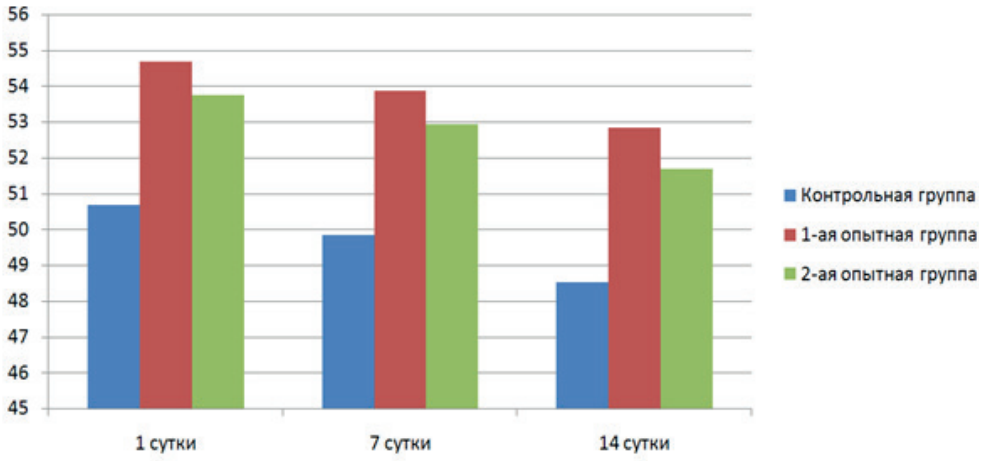


Рис. 2 – Динамика потери массы яиц, г

Таким образом, применение комплексного пробиотического препарата Иммунофлор повышало показатели яйценоскости и массы яиц, а также снижало потерю массы яиц при их хранении в течение 14 суток, причем использование данного препарата с водой дало больший эффект, нежели при введении его в комбикорм.

Заключение

Результаты научно-практической работы подтверждают, что введение комплексного пробиотического препарата Иммунофлор в рацион цыплят суточного возраста повышает их продуктивные качества.

Использование данного препарата привело к повышению среднесуточного показателя яйценоскости и массы снесенных яиц, а также снижению потери массы в течение 14 суток.

Следует отметить, что применение отечествен-

ного комплексного пробиотического препарата Иммунофлор реализует продуктивные качества кур-несушек за счет оптимизации пищеварения и стимуляции развития положительной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте.

Список литературы

1.Алексеев, И.А. Применение пробиотика «Басулифор» в крестьянском фермерском хозяйстве при выращивании молодняка перепелов / И.А. Алексеев, Э.Р. Иштудова, А.Ф. Кузнецов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - СПб, 2016. - №3. - С.142-145.

2.Иванов, Н.Г. Иммунитет птицы на фоне применения пробиотика «Биоспорин» / Н.Г. Иванов // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: Материалы. всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Чувашской Республики и Российской Федерации, д-ра ветеринар. наук, проф. Кириллова Н.К. - Чебоксары, 2018. - С.138-142.

3.Современный пробиотик для здоровья кур / Е.А. Йылдырым, Е.А. Бражник, Л.А. Ильина [и др]// Эффективное животноводство.- Краснодар, 2019.- № 4 (152).- С. 66-67.

4.Красильникова, Н.В. Влияние ферментативного пробиотика Витацелл на яичную продуктивность кур-несушек / Н.В. Красильникова, Т.А. Краснощекова // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных: Сб. науч. тр. - Благовещенск, 2019. - С. 30-33.

5.Использование пробиотиков в кормлении кур-несушек / Саломатова Е.А., Слобожанинов К.В., Верещагина Е.Н., Падерина Р.В. [и др] // Птицеводство.: М., 2019.- № 9-10.- С. 48-50.

6.Семенов, В.Г. Продуктивные качества кур родительского стада бройлеров на фоне иммунокоррекции организма / Семенов В.Г., Иванов Н.Г., Лягина Е.Е. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - Рязань, 2019. - С. 59-66.

7.Bacillus probiotic supplementations improve laying performance, egg quality, hatching of laying hens, and sperm quality of roosters / M.S. Mazanko, E.V. Prazdnova, M.S. Makarenko, A.V. Usatov, A.B. Bren, V.A. Chistyakov, M.L. Chikindas, I.F. Gorlov, Z.B. Komarova, N.I. Mosolova, D.N. Pilipenko, O.E. Krotova, A.N. Struk, A.V. Tutelyan, A. Lin // Probiotics and Antimicrobial Proteins.- New York, USA, 2018.- Т. 10.- № 2.- P.367-373.

8.Tsogoeva, F.N. Use of antioxidant and probiotic in diet of layers to reduce the risk of aflatoxicosis / F.N. Tsogoeva, R.B. Temiraev, M.N. Mamukaev, R.V. Osikina, I.R. Tletseruk, T.N. Kokov, G.K. Vasiliadi // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences.- New Delhi, India, 2018.- Т. 20. № 2.- С. 534-538.

PRODUCTIVE QUALITIES OF CROSS-BED CROSS OF DECALB WHITE ON THE BACKGROUND OF APPLICATION OF IMMUNOFLOR PROBIOTIC PREPARATION

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

Boronin Valery V. *– postgraduate 2 years of study of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agricultural Academy, boronin.v@mail.ru*

A scientific study was conducted in order to realize the productive qualities of the egg-bearing breed of Dekalb White cross hens. We used the domestic complex probiotic preparation of Immunoflor, developed by PK CROS Pharm LLC. Against the background of the use of this drug, it was found that the average daily rate of egg production in the 1 and 2 experimental groups exceeded that in the control: on the 150 day-9.66 and 8.48 %, on the 180 day-8.8 and 5.04%, on the 210 day – 8.16 and 6.44 %, on the 240 day -11.68 and 3.8 %, on the 270 day – 7.72 and 4.84 %, on the 300 day – 8.34 and 5.86 %, respectively. In addition, the average weight of eggs 1 and 2 experimental groups were higher than control at 1 day of storage – by 7.38 and 5,77 %; on day 7 – 7.53 and of 5.87 %; for 14 days – 8.18 and 6.12 %, respectively. It was found that in the control samples, the air chamber was smaller by 0.1 mm than in the samples of the experimental groups. The protein mass of the eggs of the control group was less by 7.12 and 4.88 % than in the first and second experimental groups, respectively. The yolk mass in the control was lower than in the first and second experimental groups by 9.96 and 9.12 %, respectively. The shell mass indicators in the first and second experimental groups were higher than in the control group, by 0.94 and 1.70 %, respectively. It was found that on the 7th day of storage, the loss in egg mass in the 1 and 2 experimental groups was 1.50 and 1.56 %, respectively, which is lower than in the control group. On the 14th day of storage, the loss in egg mass in the 1 and 2 experimental groups was 1.95 and 2.36 %, which was also lower than in the control group. It should be noted that the most pronounced corresponding effect was obtained against the background of the introduction of the drug into the diet of daily chickens with water.

Key words*: chickens, Decalb White, probiotic preparation, Immunoflor, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bifidobacterium globosum, Enterococcus faecium, Saccharomyces cerevisiae, egg production, eggs.*

Literatura

1.Alekseev, I.A. Primenenie probiotika «Basulifor» v krest'yanskom fermerskom hozyajstve pri vyrashchivanii molodnyaka perepelov / I.A. Alekseev, E.R. Ishtudova, A.F. Kuznecov // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. - SPb, 2016. - №3. - S.142-145.

2.Ivanov, N.G. Immunitet pticy na fone primeneniya probiotika «Biosporin» / N.G. Ivanov // Razvitie agrarnoj

nauki kak vazhnejshee uslovie effektivnogo funkcionirovaniya agropromyshlennogo kompleksa strany: mat. vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 70-letiyu so dnya rozhdeniya zasluzhennogo rabotnika vysshej shkoly CHuvashskoj Respubliki i Rossijskoj Federacii, d-ra veterinar. nauk, prof. Kirillova N.K. - CHeboksary, 2018. - S.138-142.

3.Jyldyrym, E.A. Sovremennyj probiotik dlya zdorov'ya kur / E.A. Jyldyrym, E.A. Brazhnik, L.A. Il'ina, A.V. Dubrovin, V.A. Filippova, N.I. Novikova, D.G. Tyurina, V.N. Bol'shakov, G.YU. Laptev // Effektivnoe zhivotnovodstvo.- Krasnodar, 2019.- № 4 (152).- S. 66-67.

4.Krasil'nikova, N.V. Vliyanie fermentativnogo probiotika Vitacell na yaichnuyu produktivnost' kur-nesushek / N.V. Krasil'nikova, T.A. Krasnoshchekova // Problemy zootekhnii, veterinarii i biologii zhivotnyh: Sb. nauch. tr. - Blagoveshchensk, 2019. - S. 30-33.

5.Salomatova, E.A. Ispol'zovanie probiotikov v kormlenii kur-nesushek / Salomatova E.A., Slobozhaninov K.V., Vereshchagina E.N., Paderina R.V. // Pticevodstvo.- M., 2019.- № 9-10.- S. 48-50.

6.Semenov, V.G. Produktivnye kachestva kur roditel'skogo stada brojlerov na fone immunokorrekcii organizma / Semenov V.G., Ivanov N.G., Lyagina E.E. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. - Ryazan', 2019. - S. 59-66.

7.Mazanko, M.S. Bacillus probiotic supplementations improve laying performance, egg quality, hatching of laying hens, and sperm quality of roosters / M.S. Mazanko, E.V. Prazdnova, M.S. Makarenko, A.V. Usatov, A.B. Bren, V.A. Chistyakov, M.L. Chikindas, I.F. Gorlov, Z.B. Komarova, N.I. Mosolova, D.N. Pilipenko, O.E. Krotova, A.N. Struk, A.V. Tutelyan, A. Lin // Probiotics and Antimicrobial Proteins.- New York, USA, 2018.- T. 10.- № 2.- P.367-373.

8.Tsogoeva, F.N. Use of antioxidant and probiotic in diet of layers to reduce the risk of aflatoxicosis / F.N. Tsogoeva, R.B. Temiraev, M.N. Mamukaev, R.V. Osikina, I.R. Tletseruk, T.N. Kokov, G.K. Vasiliadi // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences.- New Delhi, India, 2018.- T. 20. № 2.- S. 534-538.

УДК 636.2.034:615.038

DOI 10.36508/RSATU.2020.10.98.020

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ В РЕАЛИЗАЦИИ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОЧНОГО СКОТА

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

СИМУРЗИНА Елена Павловна *– аспирант 3 года обучения кафедры морфологии, акушерства и терапии, gra92gra@gmail.com*

СЕМЕНОВ Алексей Анатольевич *– аспирант 1 года обучения кафедры морфологии, акушерства и терапии, alex191087@yandex.ru*

АЛЬДЯКОВ Алексей Владимирович *– канд. вет. наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии, aav050857@mail.ru*

ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА

Проведено научное исследование с целью выявления наиболее эффективного биоиммуностимулятора. Нами были использованы биопрепараты, разработанные на базе ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА – PS-2 и Prevention-N-E, а также широко распространенные в ветеринарной практике ПДЭ и Е-селен. Для исследований были сформированы четыре группы коров (три опытных и контрольная) по 10 голов в каждой и три группы новорожденных телят (две опытные и контрольная). Внутримышечное введение коровам в сухостойный период препаратов PS-2 (1-я опытная группа) и Prevention-N-E (2-я опытная группа) по 10,0 мл трижды за 40, 20 и 10 суток до отела, а также ПДЭ и Е-селен (3-я опытная группа) за 20 суток до отела в дозе 20,0 и 10,0 мл соответственно предупреждает болезни послеродового периода. Биопрепараты способствуют сокращению сроков отделения последа на 5,7; 6,4 и 4,8 ч. Вероятность регистрации субинволюции и воспаления слизистой оболочки матки уменьшалась в 3,0 и 2,0 раза (в 1-й и 3-й группах), а во второй опытной группе исключалась. Первая половая охота наступала на 15,4; 21,1 и 13,7 сут раньше, чем в контроле. Произошло сокращение индекса осеменения в 1,2 раза у коров первой и третьей опытных групп и в 1,5 раза у второй опытной. На фоне снижения гинекологических заболеваний в опытных группах значительно сократился сервис-период и возросла оплодотворяемость в одну охоту. Трехкратная инъекция телятам PS-2 (1-я опытная группа) и Prevention-N-E (2-я опытная группа) в дозе 3,0 мл способствовала снижению

© Семенов В. Г., Симурзина Е. П., Семенов А. А., Альдяков А. В, 2020 г.

заболеваемости. В период выращивания в группах выявлены случаи кишечных и респираторных заболеваний телят, заболеваемость составила 50,0 (контроль); 20,0 и 10,0 % соответственно. Выздоровление у телят опытных групп наступало раньше на 1,4 и 4,0 суток, чем в контроле. У телят контрольной группы коэффициент Мелленберга превышал таковой у опытных сверстников: в 3,0 раза – 1-ой опытной и в 9,8 раза – 2-ой. К завершению периода выращивания живая масса телят опытных групп превосходила контрольную на 5,4 и 8,8 кг.

Следует отметить, что более выраженным эффектом обладал комплексный иммуностимулятор Prevention-N-E.

Ключевые слова: *коровы, телята, иммуностимулятор, послеродовые заболевания, воспроизводительная функция, продуктивные качества, биопрепараты Prevention-N-E, PS-2, ПДЭ, Е-селен.*

Введение

На сегодняшний день главными задачами зооветеринарных специалистов являются воспроизводство и профилактика бесплодия высокопродуктивных коров в условиях современных технологий содержания и эксплуатации.

Молочное скотоводство обладает резервами, использование которых может привести к росту воспроизводства и продуктивности. Основным ресурсом является реализация генетического потенциала молочного скота, который в настоящее время активирован лишь на 40-60 % [1].

Выбраковка коров на молочных комплексах происходит преимущественно в связи с бесплодием, вызванным акушерско-гинекологическими заболеваниями, которые, по научным сведениям, достигают 28-46 % [2, 3].

Литературные данные, посвященные послеродовым заболеваниям, и анализ заболеваемости на молочных комплексах подтверждают, что проблема требует решения и является одной из первостепенных в ветеринарии. Маститы, эндометриты, задержание последа, субинволюция матки и другие патологии репродуктивных органов отрицательно воздействуют на характеристики молозива, а выпаивание новорожденным телятам молока низкого качества влечет рост патологий желудочно-кишечного тракта и может стать причиной падежа телят в постнатальный период в связи с наличием в составе молока болезнетворных бактерий и продуктов их жизнедеятельности.

Многочисленная выбраковка коров с нарушениями воспроизводительной функции свидетельствует о сложности лечения и профилактики заболеваний репродуктивных органов и вымени. В большей степени данная проблема вызвана многообразием этиологических факторов и развитием антибиотикорезистентности у микроорганизмов-возбудителей из-за бесконтрольного применения антибактериальных препаратов в животноводстве.

Именно поэтому активно разрабатываются такие способы профилактики и терапии родовых и

послеродовых заболеваний, которые бы сопровождались осложнениями в меньшей мере и не оказывали негативного влияния в последующем на воспроизводительную функцию животных и постнатальный онтогенез новорожденного.

Цель работы – совершенствование воспроизводительных функций коров и продуктивности телят посредством активизации резистентности организма отечественными биопрепаратами.

Материалы и методы

НИР проведена на базе животноводческого комплекса АО Агрофирмы «Ольдеевская» Чебоксарского района Чувашской Республики. Для опытных исследований было сформировано четыре группы (три опытных и контрольная) глубокостельных коров голштинизированной черно-пестрой породы по 10 животных в каждой с учетом клинико-физиологического состояния, продуктивности, живой массы; аналогичным образом подобраны и три группы (две опытных и контрольная) новорожденных телят. Схема опыта приведена на рисунке 1

Рис. 1 – Схема опыта

Рацион, параметры микроклимата, способ и условия содержания животных опытных и контрольной групп были идентичными. Коровам 1-й и 2-й опытных групп проводили внутримышечные инъекции биоиммуностимуляторов PS-2 и Prevention-N-E, соответственно, (препараты, разработанные научными сотрудниками ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА) в дозе 10,0 мл трехкратно за 40, 20 и 10 суток до предполагаемой даты отела, животным 3-ей опытной группы вводили подкожно тканевой препарат ПДЭ (плацента денатурированная эмульгированная) в дозе 20,0 мл и внутримышечно комплексный минерально-витаминный препарат Е-селен – 10,0 мл за 20 суток до отела. Новорожденным телятам 1-й и 2-й опытных групп применялись PS-2 и Prevention-N-E, соответственно, по 3,0 мл на третий и девятый дни жизни. Коровам и телятам контрольных групп инъекции не проводились.

Результаты

Зафиксировано, что основные показатели микроклимата в коровнике, родильном блоке, профилактории и телятнике на момент проведения исследований соответствовали зоогигиеническим нормам. Трехкратные инъекции иммуностимуляторов не оказывали влияния на параметры клинико-физиологического состояния коров и телят.

Анализ воспроизводительных качеств коров-матерей представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Заболеваемость и воспроизводительные качества коров

Показатель	Группа животных			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Количество животных	10	10	10	10
Сроки отделения последа, ч	11,9±1,02	6,2±0,58*	5,5±0,66*	7,1±0,62*
Задержание последа	3	-	-	1
Субинволюция матки	3	1	-	1
Эндометриты	2	1	-	1
Мастит	1	-	-	-
Сроки наступления 1 охоты, сут	58,2±1,36	42,8±0,93*	37,1±0,71*	44,5±0,93*
Индекс осеменения	2,2±0,43	1,8±0,24*	1,5±0,19**	1,8±0,32*
Сервис-период, сут	119,2±3,05	95,8±1,94**	89,3±1,50**	103,2±0,87*
Оплодотворилось коров:				
в первую охоту	2	4	6	4
во вторую охоту	3	4	4	3
в третью охоту	5	2	-	3

* – P<0,05; ** – P<0,01

Отделение плодных оболочек после отела у коров опытных групп проходило в течение 6,2±0,58, 5,5±0,66 и 7,1±0,62 ч соответственно. Данный показатель по сравнению с контрольной группой (11,9±1,02) был ниже на 5,7, 6,4 и 4,8 ч. У животных контрольной группы было зарегистрировано три случая задержания последа, в итоге это стало причиной возникновения эндометрита и субинволюции матки у коров данной группы. Между тем у животных 2-ой опытной группы патологии репродуктивных органов исключались, а у животных 1-й и 3-й опытных групп риск заболеваемости эндометритом и субинволюцией матки снижался в 3 раза.

Первая половая охота у коров контрольной группы (58,2±1,36) наступала на 15,4 , 21,1 и 13,7 сут. позже, нежели у коров опытных групп. Зафиксировано явное снижение индекса осеменения коров 1-й (1,8±0,24), 2-й (1,4±0,19) и 3-й (1,8±0,32) опытных групп по сравнению с контролем (2,2±0,43). Время от отела до плодотворного осеменения у коров 1-й (95,8±1,94 сут), 2-й (89,3±1,50сут) и 3-ей (103,2±0,87сут.) опытных групп было меньше, чем в контроле (119,2±3,05 сут). В первую охоту в контрольной группе благополучно оплодотворилось 20 %, в 1-й и 3-й опытных – 40 % и во 2-й опытной – 60 %.

Таблица 2 – Гематологические показатели крови коров

Группа животных	Сроки наблюдения, сут		Эритроциты, $x10^{12}$/л	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, $x10^{9}$/л
	до отела	после отела			
1 -я опытная	35 – 30		5,70±0,17	105,2±1,39	7,20±0,14
	15 – 10		5,88±0,17	104,4±1,08	7,16±0,19
	10 – 5		5,99±0,15	103,8±1,24	7,31±0,25
		3 – 5	6,10±0,22	104,0±1,00	7,38±0,28

Продолжение таблицы 2

2-я опытная	35 – 30 15 – 10 10 – 5	3 – 5	5,82±0,17 6,21±0,11 6,33±0,14 6,80±0,09*	105,0±0,71 106,6±0,93 108,2±1,36* 110,4±1,12**	7,16±0,35 7,51±0,30 7,82±0,25 7,80±0,16
3-я опытная	15 – 10 10 – 5	3 – 5	5,93±0,03 6,10±0,21 6,51±0,11	105,2±0,89 106,0±1,18 107,7±1,10	7,14±0,18 7,42 ±0,23 7,40±0,15
Норма	-	-	5,5-7,5	90-120	4,5-12

* – P<0,05; ** – P<0,01

Иммунокоррекция коров отечественными препаратами способствует корригированию гемопоэза. На завершающем этапе исследования (3-5 сутки после отела) число эритроцитов в крови коров 1-й (6,64±0,13), 2-ой (6,80±0,09) и 3-й (6,51±0,11) опытных групп было выше, нежели в контрольной (6,1±0,22) на 8,9, 11,5 и 6,5 % соответственно. Концентрация гемоглобина у опытных коров превосходила показатель у контрольных на 4,0, 6,0 и 3,5 % соответственно, лейкоцитов – на 3,6, 5,7 и 0,3 % (табл. 2).

Таблица 3 – Лейкограмма крови коров

Группа животных	Сроки наблюдения, сут.		Группа и вид лейкоцитов					
			гранулоциты, %				агранулоциты, %	
			базофилы	эозинофилы	нейтрофилы		лимфоциты	моноциты
	до отела	после отела			палочкоядерные	сегментоядерные		
Контрольная	35 – 30 15 – 10 10 – 5	3 – 5	1,2±0,20 1,4±0,24 1,2±0,37 1,0±0,32	5,0±0,32 5,8±0,20 4,8±0,37 4,8±0,80	4,0±0,45 4,8±0,37 3,8±0,37 4,2±0,20	27,0±1,14 26,8±0,37 27,4±0,93 27,0±0,60	57,8±1,24 56,6±1,17 58,2±1,11 59,0±0,60	5,0±0,37 4,6±0,58 4,6±0,40 4,0±0,51
1 -я опытная	35 – 30 15 – 10 10 – 5	3 – 5	1,2±0,20 1,0±0,32 0,8±0,20 0,6±0,24	5,2±0,37 6,2±0,20 5,6±0,81 5,4±0,51	2,8±0,37 2,6±0,24 2,4±0,24 2,4±0,24*	27,6±0,51 27,4±0,24 27,8±0,92 27,2±0,92	58,0±0,55 58,0±0,32 58,8±1,20 59,6±0,81*	5,2±0,40 4,8±0,40 4,6±0,32 4,8±0,51
2 -я опытная	35 – 30 15 – 10 10 – 5	3 – 5	1,0±0,32 0,6±0,24 0,4±0,24 0,4±0,24	5,2±0,37 6,4±0,24 5,4±0,51 5,6±0,51	2,4±0,24 2,4±0,24 2,2±0,20 2,2±0,24*	28,0±0,45 27,2±0,37 27,6±1,33 27,6±0,97	58,4±0,51 58,6±0,40 59,4±0,93 59,8±1,00*	5,0±0,32 4,8±0,37 5,0±0,84 4,4±0,80
3 -я опытная	15 – 10 10 – 5	3 – 5	1,0±0,22 1,0±0,33 0,8±0,20	5,6±0,25 5,0±0,37 5,2±0,50	3,2±0,35 3,0±0,23 3,0±0,20	27,0±0,32 27,3±0,73 27,4±0,50	57,4±0,35 58,6±0,90 59,3±0,72	4,6±0,61 4,8±0,67 4,4±0,55
Норма	-	-	0-2	5-8	2-5	20-35	40-65	2-7

* – P<0,05; ** – P<0,01

У животных всех групп было отмечено снижение количества эозинофилов перед отелом и после, из этого следует, что отел является технологическим стресс-фактором для коров. Но при этом количество этих форменных элементов после отела было больше в крови животных 1-й (5,4±0,51), 2-й (5,6±0,51) и 3-й (5,2±0,50) опытных групп по сравнению с контролем (4,8±0,8 %). Можно утверждать, что иммуностимуляторы снижают неблагоприятное воздействие стресса на организм коров.

У животных контрольной группы после отела уровень палочкоядерных нейтрофилов был выше, чем у опытных на 1,8, 1,8 и 0,4 % соответственно. Также нами отмечен рост численности сегментоядерных нейтрофилов в крови коров опытных групп, их количество было выше на 0,2, 0,6 и 0,3 % по сравнению с контролем. Выявленные качественные изменения свойственны сдвигу нейтрофильного ядра вправо, таким образом, стимулируются клеточные факторы неспецифической резистентности (табл. 3).

На 3-5 сутки после отела у опытных коров фагоцитарная активность лейкоцитов составила 50,8 , 51,6 и 49,2 % соответственно, что выше показателя контрольных коров (44,6 %) на 6,2, 7,0 и 4,6 %. Подобная динамика наблюдалась и по лизоцимной активности плазмы крови, таким образом, животные опытных групп превосходили контрольную на 3,8, 3,8 и 3,5 % соответственно (рисунки 2,3).

На молочных комплексах, где проводились исследования, практикуется способ выращивания телят в индивидуальных домиках. В связи с низкими температурами в зимний период в целях предупреждения бронхо-легочных заболеваний домики размещены под навесом, а стены заставлены тюками соломы.

В таблице 4 приведена динамика роста живой массы телят.

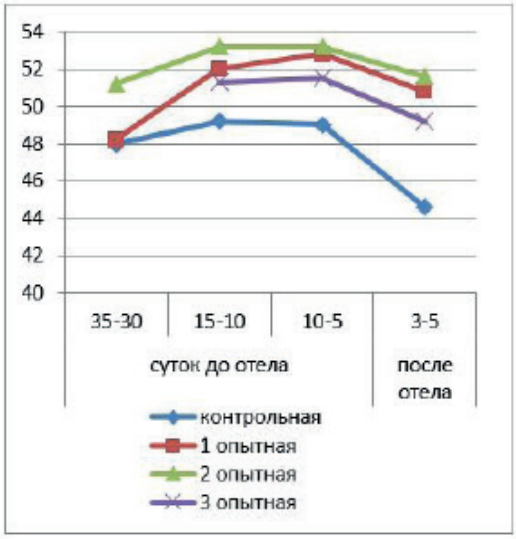


Рис. 2 – Динамика фагоцитарной активности коров

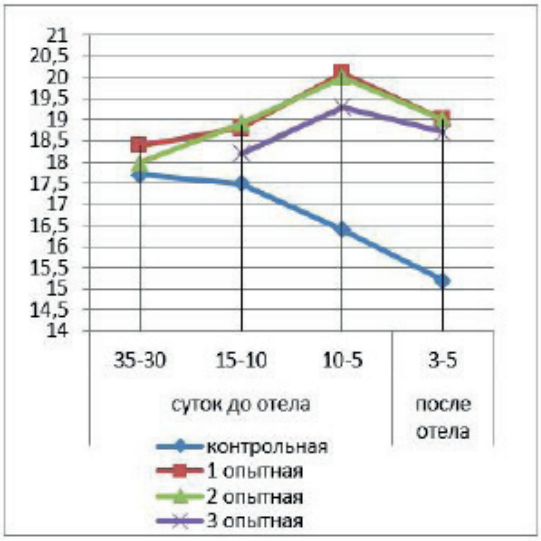


Рис. 3 – Динамика лизоцимной активности коров

Таблица 4 – Динамика роста телят

Группа животных	Возраст,сут	Живая масса,кг	Среднесуточный прирост, г
Контрольная	1	30,8±0,66	–
	30	47,0±0,84	540±19,47
	60	66,4±0,68	647±8,21
	90	88,2±0,66	727±12,47
	120	109,0±0,32	693±12,47
	150	128,8±0,37	660±12,47
	180	149,6±0,68	693±12,47
1-я опытная	1	31,6±0,87	–
	30	48,7±0,93	570±10,59
	60	68,9±1,45	673±20,00
	90	91,7±1,30	760±18,26
	120	113,1±0,93**	713±17,00
	150	133,4±0,75**	676±10,54
	180	155,0±0,58***	720±17,00
2-я опытная	1	31,7±0,93	–
	30	49,0±1,30	576±22,56
	60	69,8±1,39	693±12,47*
	90	92,8±1,12**	766±16,33
	120	114,7±0,93***	730±16,33
	150	136,5±1,25**	726±12,47
	180	158,4±1,03***	730±10,54*

* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001

Масса телят при рождении не имела существенной разницы и в среднем по группам составила: в контрольной – 30,8 кг, 1-ой опытной – 31,6 кг, во 2-ой опытной – 31,7 кг. Видимый эффект от применения иммуностимуляторов зафиксирован на заключительном этапе исследования (180 суток). Так, телята опытных групп с максимальным суточным приростом (1-я опытная – 720 г, 2-я опытная – 730 г) имели массу больше, чем контрольные сверстники.

Иммуностимуляторы PS-2 и Prevention-N-E также проявляли свою эффективность при применении новорожденным телятам. В таблице 5 указан анализ заболеваемости и сохранности телят. Благодаря двукратной инъекции биопрепаратов удалось сократить патологии пищеварительной и дыхательной систем у телят, таким образом, заболеваемость в контрольной группе составила 50,0 %, а в опытных – 20,0 и 10,0 % соответственно. Коэффициент Мелленберга у телят контрольной группы (2,25) превышал данные 1-й (0,74) и 2-й (0,23) опытных групп в 3,0 и 9,8 раза. Также следует отметить, что к 180-суточному возрасту телята опытных групп превосходили сверстников контрольной группы по живой массе на 5,4 и 8,8 кг соответственно (табл. 5).

Таблица 5 – Сохранность и заболеваемость телят

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество телят в группе	10	10	10
Заболело телят	5	2	1
Заболеваемость, %	50	20	10
Сроки выздоровления, сут	8,1±1,37	6,7±1,74	4,1±0,00
Сохранность, %	100	100	100
Коэффициент Мелленберга	2,25	0,74	0,23

По окончании периода выращивания установлено повышение морфологических показателей крови телят 1-й и 2-й опытных групп по сравнению с контрольной: эритроцитов на 10,9 и 12,7 %, гемоглобина на 9,0 и 9,0 % и лейкоцитов на 1,9 и 2,0% соответственно. Помимо этого у животных выявлен рост фагоцитарной активности лейкоцитов крови на 4,0 и 4,6 %, лизоцимной активности плазмы – на 2,7 и 4,0 %, по сравнению с контролем.

Лейкограмма крови телят показала незначительную эозинофилию у животных всех групп. Следует учесть, что количество данных форменных элементов к 180 суткам было выше у опытных животных, чем у контрольных на 1,2 и 1,4 % соответственно. Динамика изменения нейтрофилов свидетельствует об активизации клеточного фактора неспецифической защиты. Так, животные опытных групп превзошли по данному показателю контрольную группу на 3,2 и 3,4 %. Немаловажным изменением в лейкограмме является лимфоцитоз у телят опытных групп, что подтверждает стимуляцию клеточного и гуморального иммунитета используемыми препаратами. Таким образом, достоверное увеличение лимфоцитов выявлено у 120-суточных телят второй опытной группы на 4,8 % в сравнении с контролем.

Динамика фагоцитарной активности лейкоцитов приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Гематологический профиль неспецифической резистентности оганизма телят

Группа животных	Возраст,сут	Фагоцитарная активность, %	Лизоцимная активность, %
Контрольная	1	23,4±1,29	6,1±0,36
	15	36,2±0,86	8,4±0,36
	30	46,6±0,51	13,1±0,45
	60	45,0±0,95	15,2±0,46
	90	49,6±0,81	17,6±0,51
	120	54,0±1,22	20,5±0,40
	150	53,2±1,56	20,9±0,60
	180	54,6±0,93	20,4±0,64
1-я опытная	1	24,6±1,12	6,4±0,40
	15	38,0±1,18	9,9±0,45*
	30	49,2±0,66*	15,1±0,55*
	60	49,8±1,43*	18,3±0,46**
	90	55,2±1,02**	19,6±0,65*
	120	57,8±0,86*	22,7±0,65*
	150	57,4±1,03	23,2±0,48*
	180	58,6±0,60**	23,1±0,72*
2-я опытная	1	25,6±0,68	7,0±0,44
	15	39,2±1,24	10,4±0,55*
	30	50,0±1,30*	15,9±0,60**
	60	51,4±1,21**	19,3±0,41***
	90	57,0±1,41**	21,4±0,64**
	120	58,8±0,86*	24,0±0,56***
	150	59,0±0,71**	24,3±0,84*
	180	59,2±1,16*	24,4±0,67**

* – P<0,05; ** – P<0,01

Исходя из табличных данных видно, что фагоцитарные способности белых клеток крови стабильно увеличивались по мере роста телят. У контрольных животных фагоцитарная активность прогрессировала с первого дня жизни – с 23,4 % до 54,6 % к 180 суткам, а у телят опытных групп – с 24,6 до 58,6 % и с 25,6 до 59,2 % соответственно. При этом следует учесть, что к 180-суточному возрасту опытные телята превосходили по указанной клеточной реакции контрольных на 4,0 и 4,6 % соответственно.

У телят всех групп на протяжении исследова-

ния зарегестрировано возрастание активности лизоцима крови: в контрольной – с 6,1 до 20,4 %, 1-й опытной – с 6,4 до 23,1 и 2-й опытной – с 7,0 до 24,4 % соответственно. К завершению периода выращивания лизоцимная активность телят опытных групп была выше, нежели в контрольной группе на 2,7 и 4,0 %.

Выводы

Результаты научно-практической работы подтверждают, что инъецирование стельным коровам иммуностимуляторов PS-2 и Prevention-N-E за 40, 20 и 10 суток до отела в дозе 10 мл, а также подкожное введение ПДЭ в дозе 20 мл и внутримышечное – Е-селен в дозе 10 мл за 20 суток до отела предупреждает заболеваемость и повышает воспроизводительную функцию коров. А двукратное внутримышечное введение PS-2 и Prevention-N-E новорожденным телятам в дозе по 3 мл позволяет сократить случаи возникновения диспепсии, гастроэнтерита и бронхопневмонии.

Использование биопрепаратов приводит к росту числа лейкоцитов, эозинофилов и лимфоцитов крови коров и телят опытных групп, а также к изменению количества нейтрофилов со сдвигом ядра вправо. Фагоцитарная активность лейкоцитов и лизоцимная активность плазмы крови жвотных контрольных групп на протяжении всего исследования были меньше, чем в опытных. Таким образом, были активированы клеточные и гуморальные факторы неспецифической резистентности организма, при более выраженном эффекте применения Prevention-N-E.

Список литературы

1. Реализация биоресурсного потенциала черно-пестрого скота биопрепаратами / В.Г. Семенов, Д.А. Никитин, Н.И. Герасимова, В.А. Васильев // Ветеринария сельскохозяйственных животных.- М.: Издательский дом "Панорама", 2018.- № 1-2. - С. 90-97.

2. Топурия, Л.Ю. Основные причины низкой воспроизводительной способности коров / Л.Ю. Топурия, А.Б. Есказина // Известия ОГАУ.- Оренбург: ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, 2012.- №4.- С.76-77.

3. Причины выбраковки коров и их возраст при выбытии из маточного стада / М.А. Травецкий, В.В. Осмола, А.И. Краевский, М.М. Галичев // Ветеринарно-санитарные мероприятия по предупреждению антропозоонозов: материалы междунар. науч.-практ. конференции.- Ярославль: ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016.- С.72-75.

EFFECTIVENESS OF NATIVE IMMUNOSTIMULANTS IN REALIZATION OF BIORESOURCE POTENTIAL OF DAIRY CATTLE

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

Simurzina Elena P.*– postgraduate 3 years of study of the department of morphology, obstetrics and therapy, gra92gra@gmail.com*

Semenov Alexey A.*– postgraduate 1 years of study of the department of morphology, obstetrics and therapy, alex191087@yandex.ru*

Aldyakov Alexey V.*– candidate of veterinary science, associate professor of the department of morphology, obstetrics and therapy, aav050857@mail.ru*

Chuvash State Agricultural Academy

Research according to efficiency of use is carried out the bioimmunostimulators. Were approved the biological products Prevention-N-E, PS-2, which were developed in Chuvash State Agricultural Academy and widespread in veterinary preparations PDE and E-selen. The introduction of preparations Prevention-N-E and PS-2 to cows in patrimonial period in a dose of 10.0 ml is triple in 45-40, 25-20 and 15-10 days prior to a calving, as well as PDE in a dose of 20.0 ml and E-selen - 10.0 ml once in 20 days prior to a calving warns postpartum diseases. Under the influence of biopreparations reduce a time of separation of the fetal membranes by 5.7, 6.4 and 4.8 hours , index insemination in 1.2, 1.5 and 1.2 times , service - period by 23.4, 29.9 and 16.0. days , risk of uterine subinvolution and endometritis reduce in 3.0 and 2.0 times, or whatever was excluded, and a fertility in the first estrus raised in 2.0 and 3.0 times.A triple intramuscular injection of Prevention-N-E and PS-2 to calves in a dose of 3.0 ml reduces quantity of diseases. In a growing period in groups were intestinal and respiratory diseases, morbidity was 50.0, 20.0 and 10.0 % respectively. Terms of recovery are reduced by 1.4 and 4.0 days. The safety of calves in all groups was 100 %. Mellenberg's coefficient exceeded in control group on skilled groups in 3.0 and 9.8 times. In the end of growing period a live mass of calves in skilled groups was more than in control group by 5.4 and 8.8 kg. It should be noted, that a complex preparat Prevention-N-E has more pronounced effect.

Key words: *cows, calves, postpartum diseases, immunostimulators, reproductive function, productive qualities, biopreparations Prevention-N-E, PS-2, PDE, E-selen.*

Literatura

1.Semenov, V.G. Realizaciya bioresursnogo potenciala cherno-pestrogo skota biopreparatami / V.G. Semenov, D.A. Nikitin, N.I. Gerasimova, V.A. Vasil'ev // Veterinariya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh.- M.: Izdatel'skij dom "Panorama", 2018.- № 1-2. - S. 90-97.

2.Topuriya, L.YU. Osnovnye prichiny nizkoj vosproizvoditel'noj sposobnosti korov / L.YU. Topuriya, A.B. Eskazina // Izvestiya OGAU.- Orenburg: FGBOU VO Orenburgskij GAU, 2012.- №4.- S.76-77.

3.Traveckij, M.A. Prichiny vybrakovki korov i ih vozrast pri vybytii iz matochnogo stada / M.A. Traveckij, V.V. Osmola, A.I. Kraevskij, M.M. Galichev // Veterinarno-sanitarnye meropriyatiya po preduprezhdeniyu antropozoonozov: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.- YAroslavl': FGBOU VO YAroslavskaya GSKHA, 2016.- S.72-75.

УДК 631.4: 531.619

DOI 10.36508/RSATU.2020.78.76.021

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ ГРУНТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

ШЕРШНЕВА Екатерина Сергеевна, *аспирант кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, yekaterina.shershnewa@yandex.ru*

КАРЯКИНА Светлана Давлетовна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, karyakina.sd@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Проведено исследование эффективности применения разных доз многокомпонентных почвогрунтов на основе осадков сточных (ОСВ) вод кожевенного производства на агрохимические показатели слабогумусированной супесчаной дерново-подзолистой почвы при проведении культуртехнических работ перед озеленением. Цель исследований – изучение действия и последействия почвогрунтов на агрохимические показатели супесчаной дерново-подзолистой почвы в травостое райграса однолетнего сорта «Изорский». Эффективность оценивали на протяжении четырех лет в полевых условиях на опытном полигоне ФГБНУ ВНИИОУ в двух опытах – мелкоделяночном (опыт 1) и вегетационно-полевом (опыт 2). Изучаемые дозы внесения почвогрунтов: 60 тонн на гектар в расчете на 50 %-ю влажность (опыт 1); полное замещение почвогрунтом растительного слоя 0-20 см (опыт 2). Исследование химического состава почвогрунтов и почвенных проб проводили общепринятыми методами комплексного химического анализа; статистическую достоверность результатов определяли методом дисперсионного анализа. Результаты проведенных исследований показали, что наиболее эффективным культуртехническим приемом повышения плодородия слабогумусированной супесчаной дерново-подзолистой почвы на озеленяемых территориях является полное замещение растительного слоя готовым почвогрунтом на глубину пахотного слоя (0-20 см). Положительное влияние обусловлено кислотно-основными свойствами почвогрунтов, а также фактором разложения основной массы под действием почвенного биоценоза, разрушением органоминеральных комплексов в их составе, высвобождением катионов кальция и магния. Данный прием обеспечивает снижение обменной кислотности в почве на 26-32 %, увеличение суммы обменных оснований кальция и магния на 191-246 %, органического вещества – на 97-140 %, содержания подвижных фосфора и калия более чем на 100 %. Эффект проявляется в первый год внесения почвогрунтов. Последействие сохраняется до 4 лет. Оптимальные значения агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы достигаются при включении в состав почвогрунта смеси компоста на основе ОСВ кожевенного производства и растительного грунта.

Ключевые слова: *осадок сточных вод, кожевенное производство, плодородие, компост, озеленение, слабогумусированная супесчаная дерново-подзолистая почва.*

Введение

Производство качественных, экологически безопасных многокомпонентных искусственных почвогрунтов – одно из приоритетных направлений в озеленении и благоустройстве населенных пунктов. Малоплодородные урбанизированные почвы нуждаются в добавлении насыпного растительного грунта от 25 % до 75 % объема, либо в полной замене, что составляет 2,5 тыс. м3 на 1 га [8].

При подготовке участка к озеленению могут использоваться местные растительные грунты и привозные, специально приготовленные. Для этого на участках с обедненными песчаными, супесчаными малоплодородными почвами рекомендуется добавление торфа, минеральных, органических удобрений. На кислых почвах – проведение известкования. Требования к грунту зависят от вида выращиваемых растений. Для лиственных культур предпочтительна слабокислая реакция среды с pH 5,6-6,4, для хвойных – среднекислая с pH 4,6-5,2, для газонных трав – слабокислая, нейтральная и слабощелочная.

В соответствии с правилами создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах РФ плодородными считаются почвы и грунты, содержащие более 4 % гумуса [8]. Оптимальное содер-

© Шершнева Е. С., Карякина С. Д., 2020 г.

жание органического вещества в растительном слое для посадки деревьев и кустарников должно составлять 4-20 %, газонов – 10-20 %, цветочных культур – 15-25 %. Количество подвижных элементов питания (фосфора, калия) может варьировать в пределах 100-400 мг/кг, общего азота – 0,1-0,2 % и более [9].

При проведении культуртехнических работ возможно добавление в почву компостов или полная замена растительного слоя готовыми официально зарегистрированными почвогрунтами на основе осадков сточных вод (ОСВ) [8,9].

Положительный агрохимический и биологический эффект от применения продуктов переработки ОСВ в озеленении подтвержден результатами многочисленных научных исследований [1-7].

Важным фактором, влияющим на физико-химические свойства почвы, является повышенная кислотность. Под влиянием кислой реакции среды возможно существенное увеличение вымывания обменных кальция и магния, гумусовых соединений и, как следствие, снижение плодородия. Общепринятым приемом регулирования кислотности является известкование.

По литературным данным внесение в почву коммунальных ОСВ способствует повышению содержания органического вещества, макро- и микроэлементов, снижению кислотности, повышению общего содержания катионов и анионов, в том числе кальция. По данным Федоровой М.Н. осадок сточных вод кожевенного завода г. Рязани и компост на его основе в дозах от 15 т/га до 45 т/га в расчете на 50 %-ю влажность изменял уровень кислотности серой лесной почвы от кислых до нейтральных значений [10-12, 15].

В исследованиях Шершневой Е.С. с соавторами в вегетационном опыте 2014-2015 гг. проведена сравнительная оценка эффективности применения компостов на основе осадков сточных вод кожевенного производства и городских очистных сооружений на экологическое состояние серой лесной почвы при выращивании газонных трав. Авторами показано, что при внесении компостов на основе ОСВ в серой лесной почве повышается содержание аммонийного азота на 43-64 %, подвижных форм фосфора – на 39-85 %. Отмечено, что безопасными дозами для внесения компостов на основе ОСВ при выращивании газонного травостоя из злаковых трав являются 30-80 т/га [13,14].

Целью исследований, проводившихся в 2016-2019 годах, явилось изучение действия и последействия трех видов многокомпонентных почвогрунтов на основе осадка сточных вод кожевенного производства на агрохимические показатели супесчаной дерново-подзолистой почвы в травостое райграса однолетнего сорта «Изорский».

Объекты и методы

Исследования проводились в полевых условиях на опытном полигоне ФГБНУ ВНИИОУ. Объектом исследования выбрана слабогумусированная супесчаная дерново-подзолистая почва со слабокислой реакцией среды (pH_{KCl} 5,4-5,6), низкими суммами поглощенных оснований (8,07-8,18 мг-экв/100 г), средним содержанием обменного фосфора (67-75 мг/кг) и низким содержанием калия (56-79 мг/кг).

Рельеф участка ровный, с небольшим западным уклоном. Для проведения исследований были приготовлены опытные партии почвогрунтов трех вариантов, отличающихся по составу: состав 1: компост+инертный отход литейного производства+растительный грунт; состав 2 – компост+растительный грунт; состав 3: компост+ торф+песок.

По агроэкологическим показателям почвогрунты соответствовали нормативным требованиям (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства

Вид удобрения	Влажность	Зольность	pHkcl	Общие формы,%			C,%
	%			N	P_2O_5	K_2O	
Почвогрунт, состав 1	22,30	68,80	8,20	0,76	0,18	0,03	4,54
Почвогрунт, состав 2	23,70	83,73	6,70	0,52	1,00	1,46	15,20
Почвогрунт, состав 3	36,80	83,50	6,80	0,54	0,72	0,16	25,00

Таблица 2 – Содержание тяжелых метаплов в почвогрунтах на основе ОСВ кожевенного производства, мг/кг

Показатели	Нормативные значения*	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Мышьяк	2,00	1,46	1,80	1,90
Свинец	32,00	5,33	2,30	2,80
Кадмий	0,50	0,27	0,10	0,10
Цинк	220,00	22,00	51,40	52,10
Медь	132,00	18,70	2,70	2,30
Никель	80,00	11,20	19,60	9,70
Хром	-	29,90	39,00	69,00
Ртуть	2,10	0,001	0,03	0,05

* – ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09

Исследования были направлены на изучение влияния разных доз многокомпонентных почвогрунтов на основе ОСВ на агрохимические показатели слабогумусированной супесчаной дерново-подзолистой почвы и включали два опыта: опыт 1 – мелкоделяночный – внесение почвогрунта в дозе 60 т/га. Опыт 2 – вегетационный полевой – полная замена растительного слоя почвогрунтом (100 %).

Оба опыта заложены весной 2016 года под посев тритикале сорта «Амиго» (предварительная культура). Посев райграса однолетнего сорта «Изорский» проведен весной 2017 года на глубину 1 см. Норма высева 4 г/м^2.

Вегетационный опыт заложен в сосудах диаметром 20 см без дна. Повторность четырехкратная. Схема опыта 1: 1-й вариант – контроль (б/у); 2-й вариант – почвогрунт (состав 1), 100 %; 3-й вариант – почвогрунт (состав 2), 100 %; 4-й вариант – почвогрунт (состав 3), 100 %;

Мелкоделяночный опыт заложен на делянках размером 1×1,5 м^2. Схема опыта: 1-й вариант – контроль (б/у); 2-й вариант – почвогрунт (состав 1), 60 т/га; 3-й вариант–почвогрунт (состав 2), 60 т/га; 4-й вариант – почвогрунт (состав 3), 60 т/га. Повторность четырехкратная. Расположение вариантов рандомизированное.

Опытные образцы дерново-подзолистой почвы отбирались в слое 0-20 см в конце вегетационных периодов 2016, 2017, 2018, 2019 годов. Отбор проб проводился по ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 17.4.4.02-2017.

В почвогрунтах перед внесением в почву определяли: pH солевой суспензии по ГОСТ 27979; общий азот (N общ.) по методу Къельдаля (ГОСТ 26715); массовую долю общего фосфора (P2O5 общ.) фотометрическим методом по ГОСТ 26717; массовую долю общего калия (K_2O общ) пламенно-фотометрическим методом по ГОСТ 26718; зольность гравиметрическим методом по ГОСТ 27784; валовое содержание тяжелых металлов атомно-адсорбционным методом по ПНД Ф16.1:2.2:2.3:3.36-2002 (кадмий, свинец, ртуть, мышьяк, медь, цинк, хром (+3), никель) и мышьяка по ФР.1.34.2005.02119.

Исследования почвы включали лабораторное определение агрохимических показателей: pH_{kcl} по ГОСТ 26483-85; подвижного фосфора по ГОСТ 26207-91; подвижного калия по ГОСТ 26207 -91; массовой доли органического вещества по ГОСТ 26213-91; Нг по ГОСТ 26212-91; суммы поглощенных оснований по ГОСТ 27821-88.

Результаты исследований

Результаты изучения агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в опытах с применением почвогрунтов на основе ОСВ биологических очистных сооружений кожевенного производства, проведенных в период с 2016 по 2019 годы, подтверждают положительный мелиоративный эффект данного приема и возможность рекомендации его при восстановлении малоплодородных песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв на землях не сельскохозяйственного назначения.

Влияние почвогрунтов на обменную кислотность дерново-подзолистой почвы уже в первый год внесения проявилось в обоих опытах.

При дозированном (60 т/га) внесении почвогрунтов в опыте 1 реакция среды увеличилась в первый год исследований на 4,4-12,6 % от слабокислой в контроле до близкой к нейтральной и нейтральной в опытных вариантах в зависимости от состава почвогрунта, изменяясь незначительно в последующие годы.

При полной замене пахотного слоя почвогрунтом в опыте 2 отличия от контроля по вариантам составляли 26, 28, 32 % соответственно с незначительными изменениями в последействии. Значения pH были на нейтральном уровне во всех опытных вариантах. В последующие 3 года исследований последействие грунтов на кислотность почвы сохранилось, что проявилось в 2017 году увеличением значений pH на 11 %, в 2018 году на 6,8 %, 2019 – на 9,9 % по сравнению с контролем.

Наибольшие отличия от контроля отмечались во втором и третьем вариантах, в которых значения обменной кислотности увеличились по сравнению с контролем в опыте 1 на 11 и 12,6 %, в опыте 2 – на 19 и 28 %. Значения pH при этом соответствовали нейтральной реакции среды (рис. 1).

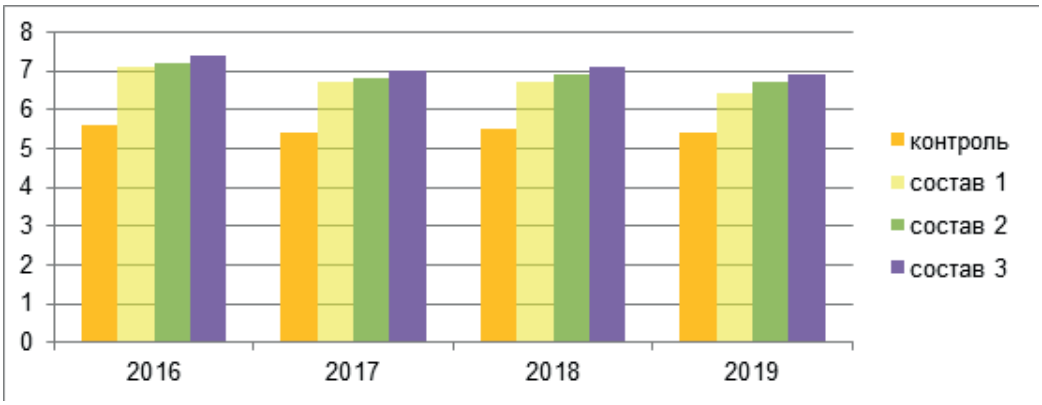


Рис. 1 – Влияние почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства на обменную кислотность (pH_{kcl}) дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см (опыт 2)

Стабильное изменение кислотности в опытах связано с увеличением суммы обменных оснований под влиянием внесенных грунтов от низких (8,07 мг-экв/100 г.) до средних и высоких значений (более 20 мг-экв/100 г.), что подтверждается результатами исследований (рис.2).

В 2016 году внесение почвогрунтов в дозе 60 т/га под посев тритикале сорта Амиго незначительно увеличило суммарное содержание обменных кальция и магния в почве опытных вариантов. Отличия по вариантам опыта составили 2-9 % в зависимости от состава почвогрунта.

Влияние грунтов на основе ОСВ проявилось в последующие 3 года исследований, что выразилось к 2019 году в стабильном поддержании суммы обменных оснований на среднем уровне от 8,49 до 9,22 мг-экв/100 г.

Максимальное повышение данного показателя на 50-70 % по сравнению с контролем наблюдалось в варианте 3 в 2018 году. В среднем за 4 года исследований при дозированном (60 т/га) использовании почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства данный показатель увеличился по вариантам опыта 1 на 19,3 - 25 6 % соответственно.

Во втором опыте, заложенном в вегетационных сосудах с полной заменой пахотного слоя почвы почвогрунтом, положительное влияние мелиоранта на содержание обменных оснований проявилось уже в первый год исследований и наблюдалось в последующие годы (рис. 2).

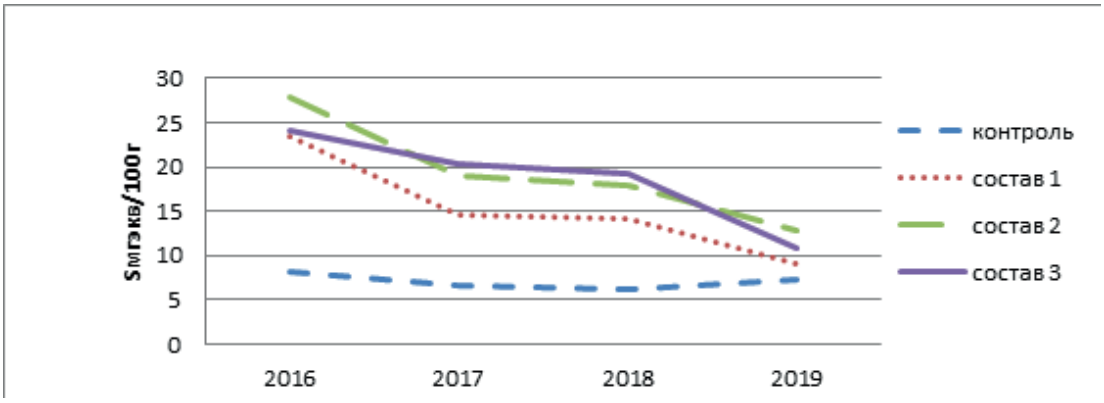


Рис. 2 – Динамика суммы обменных оснований в дерново-подзолистой почве при внесении почвогрунтов в период 2016-2019 гг. (опыт 2)

В 2016 году эффект от внесения составил 191, 246, 199 % соответственно вариантам опыта. Значения суммы обменных кальция и магния были на высоком уровне от 23,5 мг-экв/100 г в варианте 2 (состав 1) до 27,9 мг-экв/100 г в варианте 3 с почвогрунтом, включающим компост и растительный грунт. В 4-м варианте с добавлением в состав почвогрунта торфа и песка значение показателя было чуть ниже и составляло 24,2 мг-экв/100 г. В последующие годы наблюдалось некоторое снижение значений до повышенного уровня 14,5-20,3 мг-экв/100 г. К 2019 году опытные значения по вариантам превышали контрольные на 23, 76, 49 %, снизившись до низкого уровня в варианте 2, содержащем в составе грунта инертный отход литейного производства, и среднего в вариантах 3 и 4.

Количество поглощенных катионов в почве, способных к обмену, отражает емкость катионного обмена. Данный показатель за годы исследований изменялся аналогично сумме обменных оснований в зависимости от дозы внесения и состава почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства, к 2019 году превышая контроль по вариантам на 13, 57 и 34 % соответственно.

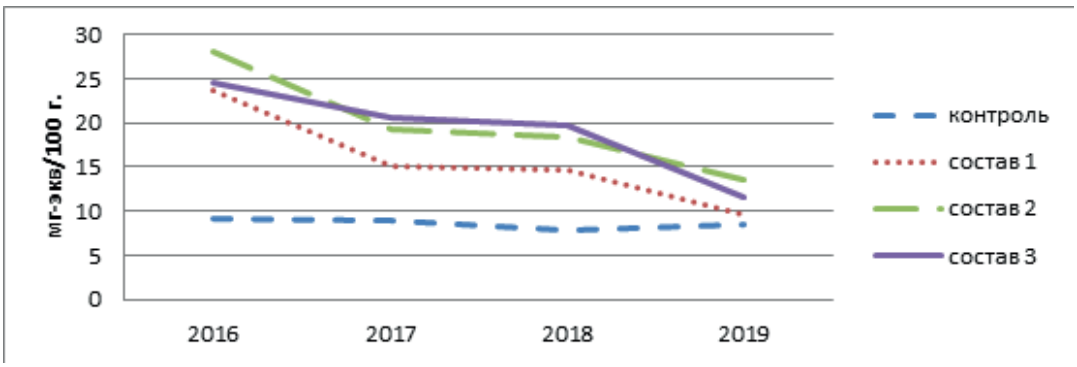


Рис. 3 – Динамика ЕКО дерново-подзолистой почвы при внесении почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства в период 2016-2019 гг. (опыт 2)

Данная зависимость обусловлена кислотно-основными свойствами почвогрунтов, а также фактором разложения под влиянием почвенного биоценоза их основной массы и, как следствие, разрушением органоминеральных комплексов в их составе с высвобождением катионов Ca^{+2} и Mg^{+2}.

Увеличение катионов кальция и магния в почвенно-поглощающем комплексе под влиянием почвогрунтов способствовало закреплению органического вещества в дерново-подзолистой почве опытных вариантов, изменению фосфатного и калийного режимов (рис. 3, 4).

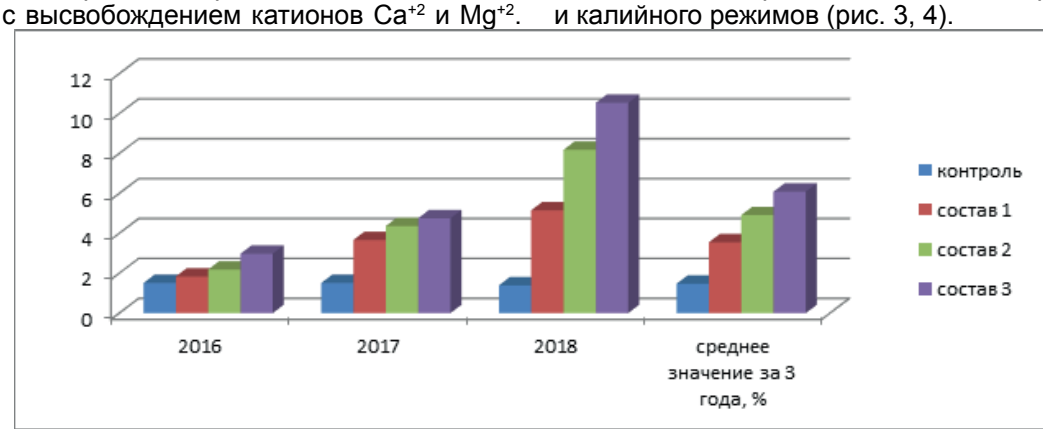


Рис. 4 – Динамика содержания органического вещества в дерново-подзолистой почве за 2016-2019 г (опыт 2)

Положительный эффект от дозированного (60 т/га) внесения грунтов на основе ОСВ в первый год исследований составил от 12 до 48 % в зависимости от их состава. В среднем за три года наблюдений данного показателя содержание органического вещества в дерново-подзолистой почве увеличилось по вариантам опыта на 10-41 %.

Наибольший эффект наблюдался при полной замене пахотного слоя почвы почвогрунтами в посевах злаковых культур тритикале (1-й год), райграс однолетний (2-й, 3-й, 4-й год). Отличия от контрольных значений в 2016 году по вариантам опыта составляли 21-97 %, что связано с компонентным составом почвогрунтов и их агрохимическими показателями (табл. 1). К 2018 году содержание органического вещества в опыте находилось на уровне сильно гумифицированной почвы, составляя 5,15 % при использовании в составе почвогрунта инертного отхода литейного производства; 8,18 % при добавлении растительного грунта; 10,53 % в смеси компоста, песка, торфа. Среднее содержание органического вещества за 3 года увеличилось на 141-313 %, достигнув нормативных значений для земель, пригодных к выращиванию газонных трав, декоративных культур. Динамика изменений за период исследований представлена на рисунке 4.

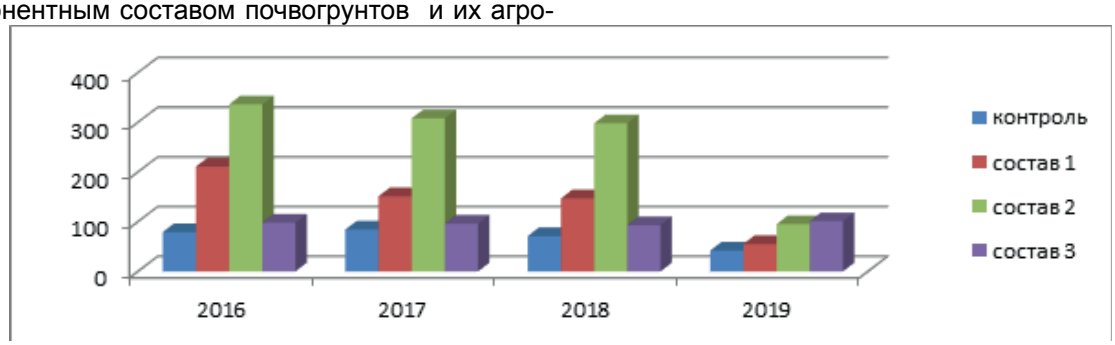


Рис. 5 – Влияние почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства на содержание подвижного калия (опыт 2)

Дерново-подзолистая почва опытного участка характеризуется средним содержанием фосфора (67-75 мг/кг) и низким содержанием калия (56-79 мг/кг).

При использовании почвогрунтов без разбавления содержание подвижных фосфора и калия увеличилось до очень высоких значений (более 250 мг/кг). Положительное действие мелиорантов отмечалось в течение всего четырехлетнего периода наблюдений с максимальными значениями на 2-й и 3-й год.

При дозировании почвогрунтов более эффективным при внесении был первый год. Впоследствии эффект постепенно ослабевал с выносом питательных веществ зеленой массой тритикале (2016 г) и райграса (2017, 2018, 2019 гг). Динамика изменений зависела от состава почвогрунтов.

В опыте 1 содержание подвижного фосфора максимально увеличивалось по сравнению с контролем на 71-100 % в 2016 и 2017 годах в варианте 3. Изменения содержания подвижного калия имели менее значительный характер и составляли от 6-26 % по вариантам опыта, оставаясь наибольшими в варианте 3.

В опыте 2 изменения были более выраженными, что связано с высоким содержанием питатель-

ных элементов в почвогрунтах. Отличия от контроля по содержанию подвижного фосфора в 2016 году составляли от 98 % (вариант 4) до 700 % (вариант 2). Последействие также наблюдалось на 4-й год после внесения, максимально превышая контроль в 2019 году в варианте 3 (компост+почва) по содержанию подвижного фосфора на 680 % и 275 % по содержанию подвижного калия (рис.5).

Выводы

1. Действие и последействие многокомпонентных почвогрунтов на основе ОСВ кожевенного производства на агрохимические свойства малоплодородной песчаной, супесчаной дерново-подзолистой почвы в посевах злаковых культур тритикале сорта «Амиго» и райграса однолетнего сорта «Изорский» проявляется в изменении обменной кислотности, суммы обменных оснований, емкости катионного обмена, органического вещества, подвижных форм фосфора и калия.

2. Обменная кислотность почвы снижается до близких к нейтральным и нейтральных значений в зависимости от дозы внесения и состава почвогрунтов. Изменения pH_{kcl} при дозе внесения мелиоранта 60 т/га составляют 4,4-12,6 %, при полном замещении растительного слоя – 26-32 %. Последействие сохраняется в течение 4-х лет.

3. Сумма обменных оснований и емкость катионного обмена увеличиваются на второй и третий год после применения почвогрунтов в дозе 60 т/га на 50-70 %. Действие почвогрунтов без разбавления проявляется в первый год, составляя 191- 246 % от контроля, сохраняясь в последействии до 4-х лет.

3. Действие почвогрунтов в первый год при использовании в дозе 60 т/га увеличивает содержание органического вещества на 12-48 %, а при полном замещении растительного слоя почвы почвогрунтом – на 21-97 %. Последействие сохраняется на 3-й и 4-й год и проявляется в увеличении органического вещества по сравнению с контролем на 140 % и более.

4. При дозированном применении почвогрунтов содержание подвижных форм фосфора и калия в почве в первый год увеличивается на 71-100 %, при полном замещении грунта – более 100 %.

5. Полученные результаты позволяют рекомендовать к применению почвогрунты на основе ОСВ кожевенного производства при восстановлении малоплодородных песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв на землях не сельскохозяйственного назначения.

Список литературы

1. Карякина, С.Д. Агроэкологическая эффективность аэробного компостирования осадков сточных вод при производстве органических удобрений [Текст] / С.Д. Карякина., А.В. Карякин., В.А. Касатиков// Проблемы агрохимии и экологии.- 2014. - № 3. – С.14-18.

2. Карякина, С.Д. Сравнительная оценка эффективности применения компостов на основе осадков сточных вод на экологическое состояние серой лесной почвы при выращивании газонных трав / С.Д Карякина, М.С. Матюхин, Е.С. Шершнева // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. Тр. [Текст] / под ред. Н.В. Бышова. – Вып. 12. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 435-439

3. Компостирование осадка городских сточных вод с использованием биологических препаратов [Текст] / С.Д Карякина, М.С. Матюхин, В.А Касатиков, А.В. Карякин// Плодородие. – 2017. – № 3 (96). – С. 40-42.

4. Касатиков, В.А. Агрохимические свойства осадков городских сточных вод и торфоиловых компостов [Текст]/В.А. Касатиков.// Агрохимия. - 1996. - №8-9.- С.87-96.

5. Матюхин, М.С. Опыт утилизации осадка сточных вод [Текст] / С.Д Карякина, М.С. Матюхин, Ю. А. Мажайский, А.В. Карякин// Плодородие. – 2018. – № 4 (103). – С. 56-58.

6. Матюхин, М.С. Оценка влияния микробиологического деструктора на обеззараживание осадков сточных вод способом аэробного компостирования в условиях низких температур окружающей среды [Текст] / С.Д Карякина, М.С. Матюхин, А.В. Карякин// Вестник СМУ РГАТУ, 2015. - № 1. – С. 59-68

7. Перспективы биологической рекультивации нарушенных земель с использованием компостов на основе осадков сточных вод [Текст] / Е.С. Шершнева, С.Д Карякина, М.С. Матюхин [и др]// Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: Материалы Международной научно-практической конференции. – ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный аграрный университет", 2017. – С. 368-375.

8. Правила создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации [Текст]: МДС от 15.12.1999 N 13-5.2000: утв. Председателем Госстроя России приказ N 153 от 15.12.1999 г – М: Госстрой России, ГУП Академия коммунального хозяйства, 1999. – 67 [1] с.

9. Экономические и технологические перспективы производства и использования осадка сточных вод Рязанского кожевенного завода в качестве органического удобрения [Текст] / А.А Рольгейзер, И.В.Клюев, А.С. Зенков, М.Н. Федорова [и др] //Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов: Сб. материалов международного симпозиума. – Владимир. 2004. - С. 68-73.

10. Чемерис, М. С. Экологические основы утилизации осадков городских сточных вод (на примере мегаполиса г. Новосибирска): автореф. дис. д-ра биолог. наук: [Текст] / Чемерис Марина Сергеевна. - Новосибирск, 2006 г. –36 с.

11. Чемерис, М.С. Экологическая оценка осадков сточных вод с целью использования в рекультивации земель [Текст] / М.С. Чемерис, Н.А. Кусакина / / Материалы VI междунар. науч.-техн. конф. Симпозиум KORUS 2002 / НГТУ. - Новосибирск, 2002. - С. 93-94.

12. Шершнева, Е.С. Определение токсичности компостов на основе осадков сточных вод мето-

дом биоиндикации по содержанию хлорофилла в листьях газонных трав [Текст] / Е.С. Шершнева, С.Д Карякина, М.С. Матюхин, Л.А. Антипкина // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Инновационные агротехнологии и средства механизации для развития органического земледелия». – Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2015. – С.184-188

13. Assessing the Impact of Compost on the Lawn herbage Formation of a Multi-Species Grass Plants Seeding Shershneva E.S. , Karjakina S.D , Karjakin A.V, 7th Congress of the European Society For Soil Cnservation «Agroecological assessment and functional – environmental optimization of soils and terrestrial ecosystems», Moscow, Russian Federation May 18-22, 2015 C. 178-180

14. Ecological Efficacy of Using of the Compost on the Basis of Sewage Sludge for Seedlings Growing of Scots Pine, Kuzmischev N.A., Karjakina S.D, Karjakin A.V, 7th Congress of the European Society For Soil Conservation «Agroecological assessment and functional – environmental optimization of soilsand terrestrial ecosystems», Moscow, Russian Federation May 18-22, 2015.

THE INFLUENCE OF SOILS BASED ON SEWAGE SLUDGE FROM LEATHER INDUSTRY ON AGROCHEMICAL INDICES OF SOD-PODZOLIC SOIL

SHERSHNEVA E. S., *Postgraduate Student, direction of training 35.06.01 Agriculture, yekaterina.shershnewa@yandex.ru*

KARYAKINA S. D., *Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of the Department of Selection and Seed Production, Agrochemistry, Forestry and Ecology, karyakina.sd@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

The research presents studying the efficiency of the use of different doses of multicomponent soils based on sewage sludge from leather industry of three options for the agrochemical indicators of slightly humified sandy loamy sod-podzolic soil during agricultural work before landscaping. Efficiency was evaluated over four years in the field at the experimental training ground of FSBRI VNIIOU in two experiments: a small-plot one (experiment 1) and a field-vegetation one (experiment 2). The studied doses of soil application were 60 tons per hectare per 50% moisture content (experiment 1), full substitution of 0-20 cm of soil layer in the vegetation layer (experiment 2). Studies of the chemical composition of soil and soil samples were carried out by the generally accepted methods of complex chemical analysis. The statistical reliability of the results was determined by dispersion analysis. The results of the studies showed that the most effective cultural technique for increasing the fertility of slightly humus sandy loamy sod-podzolic soil in green areas is the complete replacement of the plant layer with ready-made soil to the depth of the arable layer (0-20 cm). The positive effect was due to the acid-base properties of soil, as well as the factor of decomposition of the bulk under the influence of soil biocenosis, the destruction of organic mineral complexes in their composition, the release of calcium and magnesium cations. This technique provided a decrease in metabolic acidity in the soil by 26-32%, an increase in the sum of the exchange bases of calcium and magnesium by 191-246%, organic matter by 97-140%, and the content of mobile phosphorus and potassium by more than 100%. The effect was manifested in the 1st year of soil application. The effect lasted up to 4 years. The most optimal values of agrochemical indicators of sod-podzolic soil were achieved when a compost mixture based on sewage sludge from leather industry and plant soil was included in the soil composition.

Key words: *sewage sludge, leather industry, fertility, compost, landscaping, slightly humus sandy loamy sod-podzolic soil.*

Literatura

1.Karyakina, S.D. Agroekologicheskaya effektivnost' aerobnogo kompostirovaniya osadkov stochnyh vod pri proizvodstve organicheskih udobrenij [Tekst] / S.D. Karyakina., A.V. Karyakin., V.A. Kasatikov// Problemy agrohimii i ekologii.- 2014. - № 3. – S.14-18.

2.Karyakina, S.D. Sravnitel'naya ocenka effektivnosti primeneniya kompostov na osnove osadkov stochnyh vod na ekologicheskoe sostoyanie seroj lesnoj pochvy pri vyrashchivanii gazonnyh trav / S.D Karyakina, M.S. Matyuhin, E.S. SHershneva// Sovremennye energo- i resursosberegayushchie ekologicheski ustojchivye tekhnologii i sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: sbornik nauch. Tr. [Tekst] / pod red. N.V. Byshova. – Vyp. 12. – Ryazan': FGBOU VO RGATU, 2016. – S. 435-439

3.Karyakina, S.D. Kompostirovanie osadka gorodskih stochnyh vod s ispol'zovaniem biologicheskih preparatov [Tekst] / S.D Karyakina, M.S. Matyuhin, V.A Kasatikov, A.V. Karyakin// Plodorodie. – 2017. – № 3 (96). – S. 40-42.

4.Kasatikov, V.A. Agrohimicheskie svojstva osadkov gorodskih stochnyh vod i torfoilovyh kompostov [Tekst]/V.A. Kasatikov.// Agrohimiya. - 1996. - №8-9.- S.87-96.

5.Matyuhin, M.S. Opyt utilizacii osadka stochnyh vod [Tekst] / S.D Karyakina, M.S. Matyuhin, YU. A. Mazhajskij, A.V. Karyakin// Plodorodie. – 2018. – № 4 (103). – S. 56-58.

6.Matyuhin, M.S. Ocenka vliyaniya mikrobiologicheskogo destruktora na obezzarazhivanie osadkov stochnyh vod sposobom aerobnogo kompostirovaniya v usloviyah nizkih temperatur okruzhayushchej sredy [Tekst] / S.D Karyakina, M.S. Matyuhin, A.V. Karyakin// Vestnik SMU RGATU, 2015. - № 1. – S. 59-68

7.Matyuhin, M.S. Perspektivy biologicheskoj rekul'tivacii narushennyh zemel' s ispol'zovaniem kompostov

na osnove osadkov stochnyh vod [Tekst] / E.S. SHershneva, S.D Karyakina, M.S. Matyuhin, YU.A. Mazhajskij, A.V. Karyakin // Ekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – FGBOU VO "Volgogradskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet", 2017. – S. 368-375.

8. Pravila sozdaniya, ohrany i soderzhaniya zelenyh nasazhdenij v gorodah Rossijskoj Federacii [Tekst]: MDS ot 15.12.1999 N 13-5.2000: utv. Predsedatelem Gosstroya Rossii prikaz N 153 ot 15.12.1999 g – M: Gosstroj Rossii, GUP Akademiya kommunal'nogo hozyajstva, 1999. – 67 [1] s.

9.Rol'gejzer, A.A., Ekonomicheskie i tekhnologicheskie perspektivy proizvodstva i ispol'zovaniya osadka stochnyh vod Ryazanskogo kozhevennogo zavoda v kachestve organicheskogo udobreniya [Tekst] / A.A Rol'gejzer, I.V.Klyuev, A.S. Zenkov, M.N. Fedorova//Ekologicheskie i tekhnologicheskie voprosy proizvodstva i ispol'zovaniya organicheskih i organomineral'nyh udobrenij na osnove osadkov gorodskih stochnyh vod i tverdyh bytovyh othodov: Sb. materialov mezhdunarodnogo simpoziuma. – Vladimir. 2004. - S. 68-73.

10.CHemeris, M. S. Ekologicheskie osnovy utilizacii osadkov gorodskih stochnyh vod (na primere megapolisa g. Novosibirska): avtoref. dis. d-ra biolog. nauk: [Tekst] / CHemeris Marina Sergeevna. - Novosibirsk, 2006 g. – 36 s.

11.CHemeris, M.S. Ekologicheskaya ocenka osadkov stochnyh vod s cel'yu ispol'zovaniya v rekul'tivacii zemel' [Tekst] / M.S. CHemeris, N.A. Kusakina / / Materialy VI mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Simpozium KORUS 2002 / NGTU. - Novosibirsk, 2002. - S. 93-94.

12.SHershneva, E.S. Opredelenie toksichnosti kompostov na osnove osadkov stochnyh vod metodom bioindikacii po soderzhaniyu hlorofilla v list'yah gazonnyh trav [Tekst] / E.S. SHershneva, S.D Karyakina, M.S. Matyuhin, L.A. Antipkina // Sbornik nauchnyh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Innovacionnye agrotekhnologii i sredstva mekhanizacii dlya razvitiya organicheskogo zemledeliya». – Ryazan': FGBNU VNIMS, 2015. – S.184-188

13.Assessing the Impact of Compost on the Lawn herbage Formation of a Multi-Species Grass Plants Seeding Shershneva E.S. , Karjakina S.D , Karjakin A.V, 7th Congress of the European Society For Soil Cnservation «Agroecological assessment and functional – environmental optimization of soils and terrestrial ecosystems», Moscow, Russian Federation May 18-22, 2015 S. 178-180

14.Ecological Efficacy of Using of the Compost on the Basis of Sewage Sludge for Seedlings Growing of Scots Pine, Kuzmischev N.A., Karjakina S.D, Karjakin A.V, 7th Congress of the European Society For Soil Conservation «Agroecological assessment and functional – environmental optimization of soilsand terrestrial ecosystems», Moscow, Russian Federation May 18-22, 2015.

КАРЕЛИНА ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА

6 июня отметила юбилей один из ведущих преподавателей факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАТУ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии Карелина Ольга Александровна.

Ольга Александровна родилась и выросла в Рязани. Еще школьницей увлеклась конным спортом. В 17 лет ей было присвоено звание кандидата в мастера по конному спорту. Вся дальнейшая судьба ее связана с коневодством. Работала в ЗАО «Рязанский конный завод», в отделе селекции и лаборатории иммуногенетики ВНИИ коневодства, в КСК «Казачий». В 1992 году закончила Рязанский совхоз-техникум с отличием с присвоением квалификации «зоотехник». В 1999 году закончила Рязанскую государственную сельскохозяйственную академию имени профессора П. А. Костычева по специальности «Зоотехния» с присуждением квалификации «зооинженер». Свою педагогическую деятельность она начала с 2003 года в РГСХА им. профессора П. А. Костычева, который был переименован в ФГБУ ВО РГАТУ им. П. А. Костычева, где и работает по настоящее время в должности доцента кафедры зоотехнии и биологии. Общий педагогический стаж ее составляет 17 лет.

В 2007 году в Российском государственном аграрном университете – МСХА им. К. А. Тимирязева защитила диссертацию по теме: «Мониторинг генетической структуры популяции лошадей чистокровной арабской породы» с присуждением ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. В 2013 году ей присвоено ученое звание доцента по кафедре частной зоотехнии и кормления животных.

С 2017 по настоящий период является заведующей базовой кафедрой зоотехнии и биологии на базе ООО «Авангард», которая была создана под ее руководством.

Ольга Александровна имеет богатый опыт преподавания дисциплин зоотехнического профиля. Ей удается плодотворно сочетать педагогическую работу с научной деятельностью. Она активно участвует в публикациях результатов научной деятельности факультета: в сборниках научных трудов, материалах научно-практических конференций регионального, всероссийского и международного уровня. За годы работы в университете ею подготовлено более 60 научных и методических работ.

Ольга Александровна пользуется заслуженным уважением коллег и любовью студентов за высокий профессионализм и преданность выбранной профессии.

За многолетний добросовестный труд О.А. Карелина неоднократно награждалась грамотами, дипломами и благодарственными письмами.

Коллектив факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, сотрудники университета сердечно поздравляют Ольгу Александровну с юбилеем! Желают ей крепкого здоровья, дальнейших успехов в труде, счастья и благополучия.