3(43)'2019

ISSN 2077-2084

12+

Вестник

Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

№3 (43), 2019

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

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

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

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

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

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

Л. Д. Варламова, д-р с.-х. наук, профессор
М. А. 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 № 1431. Дата выхода в свет 27.09.2019г.

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

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

Scientific-Production Journal

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

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

Issued since 2009
ssued once a quarter
#3 (43), 2019
Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

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

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

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

Editorial Staff:
Agricultural Science

L. D. Varlamova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. A. Gabibov, 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. 1431. Date of publication
Date of publication. 27.09.2019r.

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
Publishing house FGBOU IN RGATU, Ryazan, Kostycheva str., 1.,
AUD. One hundred three
Printed in the printing HOUSE fgbou V RGATU, Ryazan, Kostycheva str., 1., AUD. 103. Price edition 185 rubles 50 kopecks
Subscription index of the publication in the prospectus of the Russian Press 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

БАЧИНСКАЯ В. М., ДЕЛЬЦОВ А. А., АНТИПОВ А. А. *ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА АБИОПЕПТИД В ПТИЦЕВОДСТВЕ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МЯСА БРОЙЛЕРОВ КРОССА КОББ-500* 5

ВАСИЛЕВИЧ Ф. И., БАЧИНСКАЯ В. М., ПЕТРОВА Ю.В. *АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «АБИОТОНИК» И «ЧИКТОНИК»* 10

ГЛАДКИХ Л. П., СЕМЕНОВ В. Г., НИКИТИН Д. А. *ИММУНОКОРРЕКЦИЯ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНОМАТОК И ЗДОРОВЬЯ МОЛОДНЯКА* 15

ЗАХАРОВА О. А., КУЧЕР Д. Е., МУСАЕВ Ф. А., ЕВСЕНКИН К. Н. *ПЕСКОВАНИЕ КАК ПРИЕМ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ШЛЮЗОВАНИЕМ* 20

НГУЕН В. Ж., ДАО Т.О., НГУЕН Т. Х., КАЛАШНИКОВА Е. А. *ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ RHIZOCTONIA SOLANI, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РИЗОСФЕРЫ РАСТЕНИЙ ПЕРЦА* 28

НЕДАШКОВСКИЙ И. С., КОСТЮНИНА О. В., ВОЛКОВА В. В., ЕРМИЛОВ А. Н., СЕРМЯГИН А. А. *ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В СВЯЗИ С УРОВНЕМ ГОМОЗИГОТНОСТИ ПО STR-МАРКЕРАМ* 36

НЕФЕДОВА С. А., КАРПОВА Л. А., КОРОВУШКИН А. А., ВАНДЫШЕВ П. Е., ШАШУРИНА Е. А. *УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУР-НЕСУШЕК ПРОМЫШЛЕННОГО СТАДА С РАННИМ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДКЛАДКОВОГО РАЦИОНА И ФОРСИРОВАНИЕМ ЛИНЬКИ* 43

ПИЛИП Л. В., БЯКОВА О. В. *АНАЛИЗ ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БЕШЕНСТВУ* 49

ШАХМУРЗОВ М. М., ШЕВХУЖЕВ А. Ф., ГЕТОКОВ О. О., ШАХТАМИРОВ И. Я. *ОЦЕНКА МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ И СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОД ПРИ РАЗНЫХ ЦИКЛАХ ПРОИЗВОДСТВА* 54

КОРОВУШКИН А. А., НЕФЕДОВА С.А., ЯКУНИН Ю. В., БАРЫШЕВ Р. В. *ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИКРОПОРИСТЫХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ ЛЕОНАРДИТА В РАЦИОНЕ КАРПОВ* 59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АХТЯМОВ А. А., РЯЗАНЦЕВ А.И., ГАВРИЛИНА О. П., БОЙКО А. И., КОЛОШЕИН Д. В., БОРЫЧЕВ С. Н. *СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕССА ПОЛИВА* 64

БЫШОВ Н. В., МАКАРОВ В. А., ГАСПАРЯН С. В., МАКАРОВА О. В., ШЕМЯКИН А. В. *ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ ТВЁРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ* 69

БЫШОВ Д. Н., КАШИРИН Д. Е., МОРОЗОВ С. С. *ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРГОВЫХ СОТОВ* 75

БЫШОВ Н. В., МАКАРОВ В. А., МАКАРОВА О. В., ГАСПАРЯН С. В., ШЕМЯКИН А. В. *ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЕДИНСТВО ПОСЕВНЫХ И УБОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗЕРНОВОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ* 80

ВЕНДИН С. В., САЕНКО Ю. В., МАРТЫНОВ Е. А., СТРАХОВ В. Ю. *К РАСЧЕТУ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА* 84

ИЗМАЙЛОВ А. Ю., СОРОКИН К. Н., СОРОКИН Н. Т., ЖУРАВЛЕВА О. И., РУЧЬЕВ И. Ю. *ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ* 89

КАШИРИН Д. Е., ПАВЛОВ В. В. *ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА УЧЕБНОМ СТЕНДЕ* 99

КОЧУРОВ А. А., ЗУБ Д. В., КОКОРЕВ Г. Д., АКСЕНОВ А. З., ЖУРАВЛЕВА Е. А. *МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ* 105

КРАСНОВ И. Н., КРАСНОВА А. Ю., МИРОШНИКОВА В. В., МАКАРЕНКО А. С. *СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ АППАРАТОМ ЧЕТВЕРТНОГО ДОЕНИЯ* 110

КУЗНЕЦОВ А. В., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., РЯЗАНЦЕВ А. И., КОСТЕНКО М. Ю., БЕЗНОСЮК Р. В., БОРИСОВ Г. А. *К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ* 117

МУРОГ И. А., КОЛОШЕИН Д. В., ВОЛКОВ А. И., МАСЛОВА Л. А., ДАДЕНКО В. А. *ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВОЗДУХОВОДА В ВИДЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРУБ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ* 124

ПОЛИЩУК С. Д., СТЕКОЛЬНИКОВ Ю. А., ЧУРИЛОВ Д. Г., СТЕКОЛЬНИКОВА Н. Ю., АРАПОВ И. С. *ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА* 130

РЯБЧИКОВ Д. С., БОРЫЧЕВ С. Н., РЕМБАЛОВИЧ Г. К., КОСТЕНКО М. Ю., БЕЗНОСЮК Р. В., БОРИСОВ Г. А. *ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫГРУЗКИ КАРТОФЕЛЯ С ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ УБОРКЕ* 136

УШАНЕВ А. И., КРАВЧЕНКО А. М., БОРИСОВ Г. А., МУРОГ И. А., ЛАТЫШЕНОК М. Б. *СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ* 142

ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

КУПРЕЕНКО А. И., ИСАЕВ Х. М., МИХАЙЛИЧЕНКО С. М. *К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРМОВОГО ВАГОНА* 148

ФЕДОТОВА М. Ю., ВИНОГРАДОВ Д. В. *ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВСА* 153

ЮБИЛЯРЫ 158

Content

AGRICULTURAL SCIENCE

BACHINSKAYA V.M. DELTSOV ALEXANDER A., ANTIPOV A. A. APPLICATION *OF THE ABIOPEPTID PREPARATION IN POULTRY FARMING AND THE IMPACT OF IT ON THE MEASURES OF QUALITY OF THE MEAT BROILERS CROSS COBB-500* 5

VASILEVICH F.I., BACHINSKAYA V.M., PETROVA Y. V. *AMINO ACID COMPOSITION OF CHICKEN-BROILERS MEAT IN APPLICATION OF FEED ADDITIVES "ABIOTONIK" AND "CHIKTONIK"* 10

GLADKIH L. P., SEMENOV V. G., NIKITIN D. A. *IMMUNOCORRECTION OF THE ORGANISM FOR ENSURING REPRODUCTIVE QUALITIES OF SOWS AND HEALTH OF YOUNG GROWTH* 15

ZAKHAROVA, O. A., KUCHER D. E., EVSENKIN K. N., MUSAEV F. A. *SANDING AS A TECHNIQUE TO IMPROVE THE PROPERTIES OF DEGRADED PEAT SOIL WHILE REGULATING THE GROUNDWATER LEVEL BY SLUICING* 20

NGUYEN V. Z., DAO T. O., NGUYEN T. H., KALASHNIKOVA E. A. *CHARACTERISTICS OF RHIZOBACTERIA FROM CHILI PEPPER– ANTAGONIST RHIZOCTONIA SOLANI* 28

Nedashkovsky I. S., Kostunina O. V., Volkova V. V., Ermilov A. N.,Sermyagin A. A. *ESTIMATION OF THE BREEDING VALUE OF HOLSTEIN SIRE BY THE QUALITY OF OFFSPRING IN CONNECTION WITH THE HOMOSYGITY LEVEL CALCULATEDBY STR-MARKERS* 36

NEFEDOVA S. A., KARPOVA L. A. KOROVUSHKIN A. A. HURINA E. A. *INCREASE IN TERMS OF UTILIZATION OF LAYING HENS INDUSTRIAL FLOCKS WITH EARLY APPLICATION PREDLAGAEMOGO DIET AND FORCING MOLTING* 43

PILIP L. V., BYAKOVA O. V. *ANALYSIS OF THE EPIZOOTOLOGICAL SITUATION ON RABIES* 49

SHAKHMURZOV M. M., SHEVKHUZHEV A. F., GETOKOV O.O., SHAKHTAMIROV I. Y. *ASSESSMENT OF MEAT EFFICIENCY OF BULL-CALVES OF KALMYK AND SIMMENTAL BREEDS AT DIFFERENT PRODUCTION CYCLES* 54

NEFEDOVA S. A., KOROVUSHKIN A. A., YAKUNIN Y.V., BARYSHEV R.V. *EFFICIENCY OF USE OF NON-MODIFIED MICROPOROUS HUMIC ACIDS FROM LEONARDITE IN THE DIET OF CARP* 59

TECHNICAL SCIENCE

AKHTYAMOV A. A., RYAZANTSEV A. I.,GAVRILINA O. P., BOYKO A. I., KOLOSHEIN D. V., BORYCHEV S. N. *IMPROVING THE TAP-MASTER OF DM "FRIGAT" WITH A HYDRAULIC ACTUATOR TO UTOMATE THE PROCESS OF WATERING WITHOUT ADDITIONAL POWER CONSUMPTION* 64

BYSHOV N. V., MAKAROV V. A.,GASPARYAN S. V.,MAKAROVA O. V., SHEMYAKIN A. V. *RESEARCHES OF THE PROCESS OF INTRODUCING MINERAL FERTILIZERS UNDER GRAIN CULTURE* 69

BYSHOV D. N., KASHIRIN D.Y., MOROZOV S. S. *EXPERIMENTAL RESEARCH OF OPTICAL CHARACTERISTICS OF THE HONEYCOMBS* 75

BYSHOV N.V., MAKAROV V. A., MAKAROVA O. V., GASPARYAN S.V., SHEMYAKIN A.V. *EFFICIENCY AND UNITY OF CROPSERING AND CLEANING COMPLEXES IN THE GRAIN SUBCOMPLEX* 80

VENDIN S.V., SAENKO Y. V., MARTYNOV E. A., STRAKHOV V. Y. *CALCULATION OF THE DESIGN AND OPERATING PARAMETERS FOR CONVEYOR GERMINATION* 84

IZMAYLOV A. Y., SOROKIN K.N., SOROKIN N. T., ZHURAVLEVA O. I., RUCHIYOV I. Y. *THEORETICAL FOUNDATIONS AND REQUIRED CONDITIONS FOR ENGINEERING INDUSTRY DEVELOPMENT FOR DESIGNING MODULAR TECHNOLOGICAL COMPLEXES* 89

Kashirin D.E., Pavlov V. V. *STUDY OF THE ELECTRIC MOTOR SELF-STARTING PROCESS AT THE TRAINING STAND* 99

KOCHUROV A. A., ZUB D. V., JKOKOREV G. D., AKSENOV A. Z., ZHURAVLEVA E. A. *THE TECHNIQUE OF DEVELOPING A UNIVERSAL CONTROLLER FOR STANDARD SERIES BENCH EQUIPMENT IN THE DIAGNOSIS OF DIESEL FUEL SYSTEMS OF AGRICULTURAL MACHINERY* 105

KRASNOV I. N., KRASNOVA A. Y. MIROSHNIKOVA V. V. MAKARENKO A. S. *IMPROVING THE PROCESS OF COWING OF COWS WITH A FOURTH FILLING APPARATUS* 110

KUZNETSOV A. V., REMBALOVICH G.K., RYAZANTSEV A. I., KOSTENKO M.Y., BEZNOSYUK R.V., BORISOV G.A. *TO THE QUESTION OF INCREASING EFFICIENCY OF USE OF RAINING MACHINES OF POSITIVE ACTION* 117

MUROG I. A., KOLOSHEIN D. V.,VOLKOV A. I. MASLOVA L. A., DIDENKO V. A. *ECONOMIC TESTING OF THE DUCT IN THE FORM OF A CYLINDRICAL PIPE IN TERMS OF THE RYAZAN REGION* 124

POLISCHUK S. D., STEKOLNIKOV Y. A., CHURILOV D. G., STEKOLNIKOVA N. Y., ARAPOV I.S. *RESTORATION OF AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT ELECTROPLATED ON THE BASIS OF IRON* 130

RYABCHIKOV D. S., BORYCHEV S.N., REMBALOVICH G. K., KOSTENKO M.Y., BEZNOSYUK R.V., BORISOV G. A. *ESEARCH OF UNLOADING VEHICLES WHEN HARVESTING POTATOES* 136

USHANEV A. I., KRAVCHENKO A., BORISOV G. A., MUROG I. A., LATYSHONOK M. B. *MODERN TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR PROTECTION OF METALLIC AND NON-METALLIC SURFACES, AGRICULTURAL MACHINERY* 142

ITRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

KUPREENKO A. I., ISAEV K. M., MIKHAILICHENKO S. M. *TO THE SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF AN AUTOMATIC FEED WAGON* 148

FEDOTOVA M. Y., VINOGRADOV D. V. *EFFECT OF FERTILIZER APPLICATION AND GROWTH REGULATOR ON OAT PRODUCTIVITY* 153

AHEROES OF THE DAY 158

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 619:637.54.03

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА АБИОПЕПТИД В ПТИЦЕВОДСТВЕ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МЯСА БРОЙЛЕРОВ КРОССА КОББ-500

БАЧИНСКАЯ Валентина Михайловна, *канд. биол. наук, доцент кафедры паразитологии и ветсанэкспертизы, bachinskaya1980@mail.ru*

ДЕЛЬЦОВ Александр Александрович, *д-р вет. наук, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А.Н. Голикова и И.Е. Мозгова, Deltsov-81@mail.ru*

АНТИПОВ Александр Александрович, *канд. вет. наук, доцент кафедры общей патологии им. В.М. Коропова, a.antipov.83@mail.ru*

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

В статье приведён анализ влияния препарата Абиопептид на показатели качества и безопасности мяса цыплят-бройлеров кросса Кобб-500. Абиопептид – это биологически активный препарат, представляющий собой панкреатический гидролизат соевого белка средней степени расщепления. В состав данного препарата входят 18 аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, аланин, лизин, метионин, треонин, триптофан, аргинин, аспарагиновая кислота, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистин) и короткие пептиды. Содержание пептидов составляет 70-80%, аминокислот – 20-30%. Содержание триптофана в 100 мл 25%-го раствора-концентрата не менее 20 мг. Объекты исследования – бройлеры кросса Кобб-500, выращиваемые на птицефабрике, из которых были сформированы 2 группы, опытная и контрольная, по 35 голов. Опытной группе выпаивался препарат из расчета 1 мл/кг живой массы птицы. Хозяйству была предложена индивидуальная схема выпаивания препарата с пятисуточного возраста: через день в питьевую воду вводили препарат до 35 суток выращивания цыплят-бройлеров. Продукты убоя (тушка и внутренние органы) оценивались в соответствии с требованиями нормативной документации по органолептическим показателям, проводилась товароведческая оценка тушек, были установлены физико-химические показатели мяса, микробиологические показатели, токсичность, биологическая ценность мяса, также были отобраны пробы для гистологического исследования. По результатам проведенных органолептических, физико-химических, микробиологических и гистологических исследований отрицательного влияния препарата Абиопептид на качество получаемой продукции цыплят-бройлеров не установлено. Также были сделаны выводы, что применение препарата Абиопептид в дозе 1 мл/кг живой массы цыплят-бройлеров способствовало увеличению живой массы на 6% по отношению к контролю.

Ключевые слова: *безопасность, качество, ветеринарно-санитарная экспертиза, цыплята-бройлеры, микроэлементы, белковые гидролизаты, мясо.*

Введение

Биологически активные вещества, в том числе препараты микроэлементов, получили достаточно широкое применение в животноводстве. Они активно используются в качестве премиксов, минеральных добавок и лечебно-профилактических препаратов. На данный момент предпочтение отдаётся комплексным соединениям – хелатам, содержащим в молекуле органический лиганд. Это связано с тем, что такие соединения обладают высокой биологической доступностью, что позволяет снизить уровень дачи препарата, остаточную токсичность и воздействие на слизистую оболочку кишечника. За счёт высокой биодоступности и биологической активности лигандов применение таких соединений является более эффективным по сравнению с неорганическими формами микроэлементов. Это проявляется в повышении выводимости и сохранности молодняка, резистентности организма, стрессоустойчивости, благодаря чему увеличивается продуктивность и конверсия корма [3, 5, 6, 9-12].

Тюпенькова О.Н. в 2012 г. провела исследование действия Абиопептида на организм животных с целью фармако-токсикологического обоснования его применения [13]. Автор отмечает, что у препарата отсутствует токсическое влияние на морфологию клеток крови, патоморфологическую

© Бачинская В. М., Дельцов А. А., Антипов А. А., 2019 г.

и гистологическую картину тканей; препарат не обладает острой и хронической токсичностью в целом. Выявлены положительные результаты при лечении Абиопептидом гипотрофии молодняка, а также при применении его в комплексной терапии гастроэнтеритов незаразной этиологии. Исследование препарата на животных мясной продуктивности (цыплята-бройлеры, кролики) показало повышение приростов живой массы на 10% вместе с отсутствием негативного влияния на качество и вкусовые свойства мяса. Исследователями ВНИТИП было установлено, что Абиопептид близок к высококачественной рыбной муке по содержанию протеина, аминокислотному составу, количеству незаменимых аминокислот, но при этом он обладает более высокой биологической активностью. По данным исследования ВНИТИП на цыплятах-бройлерах препарат способствует уменьшению поствакцинального стресса; при скармливании цыплятам предстартового периода выращивания (до 7-14-суточного возраста) отмечается увеличение живой массы по сравнению с контролем, которое сохраняется после прекращения дачи препарата до конца откорма. Авторы рекомендуют использовать Абиопептид как росто- и иммуностимулирующее и адаптогенное средство путем обогащения стартовых и ростовых рационов цыплят-бройлеров [1, 2, 4, 8, 14].

Цель исследования – изучить влияние препарата Абиопептид на показатели качества и безопасности мяса цыплят-бройлеров кросса Кобб-500.

Материалы и методы

Опыт по изучению биологических свойств препарата Абиопептид проведён в хозяйстве СГЦ «Загорское ЭПХ» и на кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина. Из бройлеров кросса Кобб-500, выращиваемых на птицефабрике, были сформированы 2 группы, опытная и контрольная, по 35 голов. Опытной группе выпаивали препарат из расчета 1 мл/кг живой массы птицы. Хозяйству была предложена индивидуальная схема выпаивания препарата с пятисуточного возраста: через день в питьевую воду вводили препарат до 35 суток выращивания цыплят-бройлеров.

Ветеринарно-профилактические мероприятия на птицефабрике СГЦ «Загорское ЭПХ» проводились согласно плану ветеринарно-санитарных мероприятий хозяйства. Эпизоотологическое состояние хозяйства было благополучно по инфекционным и инвазионным заболеваниям за всё время проведения опыта.

За период проведения производственного опыта учитывались следующие показатели: поедаемость и остаток кормов, среднесуточный прирост, валовый прирост, масса цыпленка, сохранность поголовья. По окончанию производственного опыта на санитарной бойне был произведён убой цыплят-бройлеров по 6 голов из каждой группы (всего 12 голов) для дальнейшего исследования мяса и продуктов убоя по ветеринарно-санитарным показателям. Для гистологического исследования были отобраны печень, сердце, селезенка, мышечная ткань.

Ветеринарно-санитарная экспертиза тушек бройлеров проведена согласно действующим нормативным документам: «Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» (1983 г. с дополнениями и изменениями 1988 г.) с учетом требований санитарно-эпидемиологических правил и нормативов «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (СанПиН 2.3.2.1078-01). Органолептические исследования мяса бройлеров проводили согласно ГОСТ Р 51944-2002 Мясо птицы. Методы определения органолептических показателей, температуры и массы.

Мясо цыплят-бройлеров (замороженное) опытной и контрольной групп исследовали на соответствие «Гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (СанПиН 2.3.2.1078-01) по микробиологическим показателям, наличию антибиотиков, токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов. Исследования проводили в соответствии с утвержденными нормативными документами (ГОСТ, МУ, МУК).

Результаты собственных исследований

За период проведения экспериментальных исследований в хозяйстве цыплята-бройлеры находились в одинаковых условиях содержания и кормления. Зоотехнические параметры соответствовали требованиям, предъявляемым к данному кроссу цыплят-бройлеров. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние препарата Абиопептид на цыплят-бройлеров кросса Кобб-500

Показатели	Опыт	Контроль
Посажено бройлеров, голов	35	35
Поступило на убой, голов	35	35
Количество дней содержания	35	35
Сохранность, %	100	100
Масса головы (г): 1 сутки	83,2±1,9	82,6±2,0
7 сутки	111,0±10,8	105,8±10,4
14 сутки	288,0±41,4	253,4±45,5
21 сутки	640,5±58,2	70,5±82,6
28 сутки	1182,0±88,7	1117,0±141,3
34 сутки	1772,0±90,7	1672,0±78,4

Продолжение таблицы 1

Расход корма на 1 кг живой массы, (к.е.)	2,90	2,88
Валовый прирост, массы за 35 суток,г	62020,0	58520,0
Сколько съели корма, кг	101,84	100,84

В результате проведенных исследований были сделаны выводы, что применение препарата Абиопептид в дозе 1 мл/кг живой массы цыплят-бройлеров способствовало увеличению живой массы на 6% по отношению к контролю. Валовый прирост в контроле составил 58520,0 г, в опытной группе – 62020,0 г, что на 350,0 г превышало контроль.

По результатам проведенных исследований нами была рассчитана экономическая эффективность применения препарата Абиопептид в выращивании цыплят-бройлеров. Экономический эффект в опытной группе составил 922,0 руб., а экономическая эффективность на 1 рубль затрат – 17,6 руб. Из этого следует, что использование Абиопептида в схеме выращивания цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 является экономически выгодным.

Одной из частей ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя цыплят-бройлеров обеих групп являлась оценка органолептических показателей мяса. Органолептические исследования тушек проводили после процесса созревания, т.е. через 24 ч после убоя. Тушки цыплят-бройлеров опытной и контрольной групп хорошо обескровлены, разрывы кожи и патологоанатомические изменения отсутствовали. Серозные оболочки бледно-розового цвета, чистые, блестящие. Подкожный жир бледно-жёлтый, нутряной жир желтоватого цвета. Запах тушки характерный, приятный, свойственный свежему мясу цыплят-бройлеров, посторонний запах отсутствует. Мышцы умеренно влажные, упругие – при надавливании ямка быстро восполняется в течение 3-8 секунд, цвет мышечной ткани бледно-розовый, равномерный, грудные мышцы белые. Бульон прозрачный, ароматный, посторонних запахов не имеет.

Селезёнка вишнёвого цвета, округлая, с гладкой и блестящей капсулой; паренхима однородная, умеренно рыхлой консистенции. Печень коричневая с розоватым оттенком, паренхима слегка дряблая. Сердце красновато-коричневого цвета, выраженной треугольной формы – верхушка заострена, у основания имеются отложения сердечного жира. Патологических изменений в органах также не обнаружено.

По результатам органолептической оценки, характеризующей продукты убоя цыплят-бройлеров опытной и контрольной групп, видимых различий между группами не отмечено. Все тушки соответствуют требованиям ГОСТ Р 51944-2002 и являются свежими.

По результатам физико-химических исследований было установлено, что тушки цыплят-бройлеров обеих групп были свежими; pH мяса опытной группы составило 6,0, в контрольной – 6,2, что соответствует свежему мясу. Реакция с сульфатом меди отрицательная, количество ЛЖК в опытной группе составило 1,49±0,31 мг КОН, а в контрольной 1,51±0,43 мг КОН, что находится в пределах нормы.

Согласно действующим нормативным документам были проведены исследования на наличие в мясе цыплят-бройлеров патогенной и условно-патогенной микрофлоры. В исследуемых образцах обеих групп не было обнаружено бактерий рода Salmonella и listeria monocytogenes, а КМАФАнМ, находилось в пределах нормы и составляло не более 1×10^4 КОЕ/г.

Было проведено гистологическое исследование мышц и внутренних органов в целях более подробного изучения их микроструктуры. При гистологическом исследовании бедренных мышц не было обнаружено различий в строении тканей образцов опытной и контрольной групп (рис. 1-2). Мышечная ткань представлена хорошо сформированными, компактно расположенными мышечными пучками, состоящими из мышечных волокон, имеющих небольшую и относительно равномерную толщину, ровный контур, и преимущественно хорошо различимые границы. Мышечные волокна интенсивно и равномерно окрашены в розовый цвет, с ровным контуром и сохранённой целостностью; миофибриллярная структура волокон не нарушена, поперечная исчерченность выражена хорошо, структура саркомеров сохранена. Практически не встречается продольных и поперечных разрывов мышечных волокон. Межмышечные прослойки соединительной ткани слабо выражены, содержат небольшое количество фиброцитов и коллагеновых волокон. Не увеличен диаметр сосудов, в их просвете встречаются редко расположенные эритроциты, а эндотелий плоский.

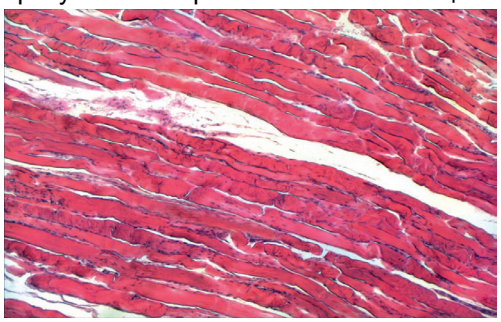


Рис. 1 – Мышцы (контроль) Гематоксилин и эозин. Ок.×10, объектив ×10

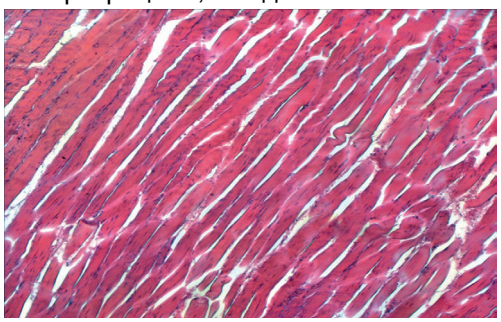


Рис. 2 – Мышцы (опыт) Гематоксилин и эозин. Ок.×10, объектив ×10

Миокард (рис. 3-4) на препаратах окрашен достаточно равномерно, контуры кардиомиоцитов чёткие, цитоплазма мутная и окрашена равномерно. Поперечная исчерченность кардиомиоцитов хорошо выражена, ядра имеют правильную округлую или овальную форму; они располагаются по центру. Крупные венозные и артериальные сосуды находятся в состоянии умеренного полнокровия со скоплением в их просветах незначительного количества эритроцитов.

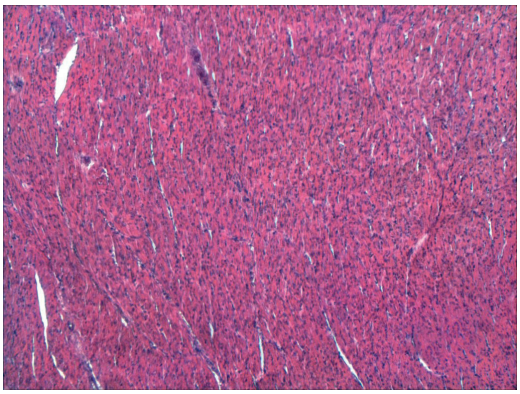


Рис. 3 – Сердце (контроль) Гематоксилин и эозин. Ок.×10, объектив ×10

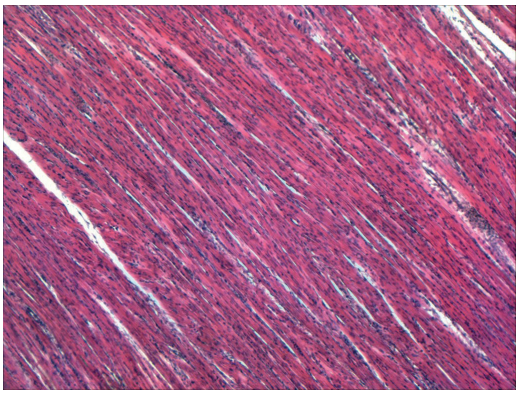


Рис. 4 – Сердце (опыт) Гематоксилин и эозин. Ок.×10, объектив ×10

Различий в структуре ткани печени обнаружено не было. Дольчатость печени слабо выражена, однако сохранено балочное строение. Печёночные балки короткие, расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Строма печени представлена тонкими прослойками междольковой и портальной соединительных тканей с проходящими в них сосудами. Гепатоциты округлой формы с хорошо выраженными границами, имеют неравномерно окрашенную цитоплазму со слабовыраженной зернистостью. Ядра гепатоцитов просматриваются хорошо, они располагаются преимущественно в центре клеток, окрашены неравномерно (слабобазофильно) за счёт скопления по всей площади ядра глыбок хроматина. Лимфоидные узелки хорошо развиты, мелкого и среднего размера. Диаметр центральных вен не увеличен, просвет их пуст либо заполнен густо расположенными эритроцитами и однородной слабоэозинофильной белковой массой.

Не было обнаружено различий в структуре ткани селезёнки (рис. 5-6). Строма органа представлена хорошо развитой тонкой соединительнотканной капсулой, от неё вглубь органа отходят многочисленные трабекулы вместе с артериями и венами. Паренхима органа образована не окончательно сформированными белой и красной пульпой со слабо выраженной границей между этими структурами. Белая пульпа представлена лимфоидной тканью, которая располагается в органе в виде фолликулов, плавно переходящих в красную пульпу. Красная пульпа селезенки хорошо выражена. Она располагается в органе диффузно в виде многочисленных скоплений эритроцитов, гранулоцитов, лимфоцитов и макрофагов, рассредоточенных по всему объёму органа; в отдельных местах не группируются. Трабекулярные артерии и вены не расширены, просвет их обычно пуст.

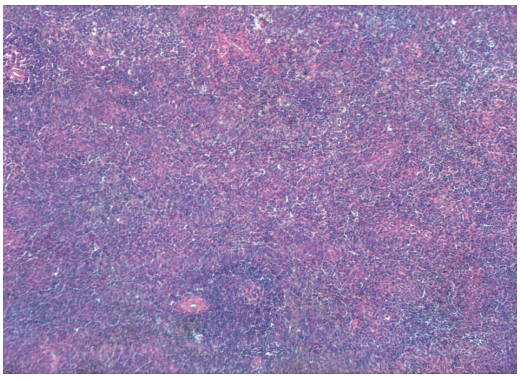


Рис.5 – Селезенка (контроль) Гематоксилин и эозин. Ок.×10, объектив ×10

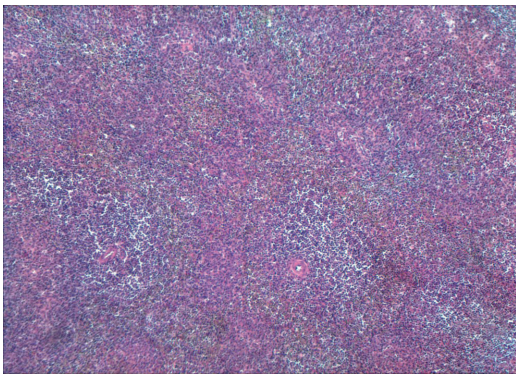


Рис.6 – Селезенка (опыт) Гематоксилин и эозин. Ок.×10, объектив ×10

Заключение

По результатам проведенных органолептических, физико-химических, микробиологических, а также гистологических исследований не было установлено отрицательного влияния применяемого препарата Абиопептид на качество получаемой продукции цыплят-бройлеров. Мы рекомендуем птицеводческим хозяйствам применять Абиопептид в дозе 1 мл/кг живой массы для увеличения живой массы бройлеров.

Список литературы

1. Антипов, А. А. Влияние энтеральных лекарственных препаратов железа на клиническое состояние крыс и морфологию кишечника в экс-

перименте по изучению отрой токсичности / А. А. Антипов, А. А. Дельцов // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. - 2014. - № 1. - С. 16-19.

2. Варнавский, С. Н., Изучение острой токсичности седимина-Fe+ и седимина-Se+ / С. Н. Варнавский, А. А. Дельцов, Д. Н. Уразаев // Ветеринарная медицина. - 2010. - № 3-4. - С. 70-72.

3. Ветеринарно-санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров при применении белкового гидролизата абиопептида / Ф. И. Василевич, В. М. Бачинская, А. А. Дельцов, А. И. Бабанова // Russian journal of agricultural and socioeconomic sciences ISSN 2226-1184, 5 65, May 2017. – 278-282.

4. Данилевская, Н. В. Аспекты нормативно-правового регулирования обращения лекарственных препаратов, предназначенных для продуктивных животных / Н.В. Данилевская, А. А. Дельцов // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. - 2013. - № 2. - С. 6-8.

5. Оксидативный статус крови телят при профилактике железодефицитной анемии в зоне радиации / А. А. Дельцов, Ц. Ц. Содбоев, С. Г. Чупраков, М. В. Щукин // Ветеринария. - 2011. - № 12. - С. 13-16.

6. Дельцов, А. А. Анализ сферы обращения лекарственных средств для ветеринарного применения / А. А. Дельцов, И. В. Косова // Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской технике. - 2014. - № 7-8. - С. 29-31.

7. Дельцов, А.А. Анализ производителей лекарственных средств для ветеринарного применения в России /А.А. Дельцов, И.В. Косова// Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2014. Т. 16. № 2. С. 3-6.

8. Абиопептид в кормлении бройлеров / И. Егоров, Е. Андрианова, Л. Присяжная и др. // Птицеводство. - 2009. - №3. - С. 25-26.

9. Лазарева, Н. Ю. Нормирование минералов в комбикормах для бройлеров / Н. Ю. Лазарева // Птицеводство. – 2011. – № 5. – С. 26-27.

10. Ветеринарно-санитарная характеристика мяса цыплят-бройлеров кросса кобб-500 при применении в рационе Абиопептида и Ферропептида / Ю. В. Петрова, С. В. Редькин, И. И. Кочиш, Ю. Г. Исаев // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2016. - №4. - С. 16-21.

11. Петросян, А. Б. Минералы, болезни и иммунитет / А. Б. Петросян // Птица и птицепродукты. – 2010. – № 3. – С. 30-32.

12. Ричардс, Дж. Д. Органические микроэлементы – неотъемлемый компонент современного кормления / Дж. Д. Ричардс, Э. Е. Гизен, Р. Б. Ширли // Животноводство России. – 2011. – № 3. – С. 52-54.

13. Тюпенькова, О. Н. Фармако-токсикологическое обоснование применения препарата Абиопептид : автореф. дис. … канд. вет. наук. / О. Н. Тюпенькова; КубГАУ. – Краснодар, 2012. – 25 с.

14. Френк, А. Гидролизные препараты в рационе свиней, птицы, зверей, рыбы / А. Френк // Комбикорма. – 2013. – № 7. – С. 49-51.

APPLICATION OF THE ABIOPEPTID PREPARATION IN POULTRY FARMING AND THE IMPACT OF IT ON THE MEASURES OF QUALITY OF THE MEAT BROILERS CROSS COBB-500

Bachinskaya Valentina M., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary Examination, bachinskaya1980@mail.ru*

Deltsov Alexander A., *Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A.N. Golikova and I.E. Mozgova, Deltsov-81@mail.ru*

Antipov Alexander A., *Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of General Pathology. V.M. Koropova, a.antipov.83@mail.ru*

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - KI named MVA Scriabin, Moscow, Russia

The article presents an analysis of the effect of the drug Abiopeptide on the quality and safety indicators of broiler chicken meat of the Cross Cobb-500. Abiopeptide is a biologically active drug, which is a pancreatic hydrolyzate of soy protein of the average degree of cleavage. The preparation contains 18 amino acids (valine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, threonine, tryptophan, phenylalanine, alanine, arginine, aspartic acid, histidine, glycine, glutamic acid, proline, serine, tyrosine, cystine) and short peptides. The amino acid content is 20-30%, peptides 70-80%. The content of tryptophan in 100 ml of 25% solution-concentrate is not less than 20 mg. The objects of the research were broilers of the cross-country of Cobb-500, grown at the poultry farm, of which 2 groups of 35 heads were formed. The experimental group was given a preparation at the rate of 1 ml / kg of live weight of the bird. The farm was offered an individual scheme of feeding the drug from five-day to 35 days of broiler chickens. Slaughter products (carcass and internal organs) were evaluated in accordance with the requirements of regulatory documentation for organoleptic indicators, carcasses were assessed, the physico-chemical indicators of meat, microbiological indicators, toxicity, biological value of meat were determined, and samples for histological examination were also taken. According to the results of organoleptic, physicochemical, microbiological, and histological studies, the negative effect of the drug Abiopeptide on the quality of the production of broiler chickens has not been established. It was also concluded that the use of Abiopeptide in a dose of 1 ml / kg of live weight of broiler chickens contributed to an increase in live weight by 6% relative to the control.

Key words: *safety, quality, veterinary-sanitary examination, broiler chickens, microelements, protein hydrolysates, meat.*

Literatura

1.Antipov, A.A. Vliyanie enteral'nyh lekarstvennyh preparatov zheleza na klinicheskoe sostoyanie krys i morfologiyu kishechnika v eksperimente po izucheniyu otroj toksichnosti /A.A. Antipov, A.A. Deltsov // Rossijskij

veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennye zhivotnye. 2014. № 1. S. 16-19.

2.Varnavskij S.N., Izuchenie ostroj toksichnosti sedimina-Fe+ i sedimina-Se+ /S.N. Varnavskij, A.A. Deltsov, D.N. Urazaev// Veterinarnaya medicina. 2010. № 3-4. S. 70-72.

3.Vasilevich, F.I. Veterinarno-sanitarnaya ocenka myasa cyplyat-brojlerov pri primenenii belkovogo gidrolizata abiopeptida / F.I. Vasilevich, V.M. Bachinskaya, A.A. Deltsov, A.I. Babanova // Russian journal of agricultural and socioeconomic sciences ISSN 2226-1184, 5 65, May 2017. – 278-282.

4.Danilevskaya, N.V. Aspekty normativno-pravovogo regulirovaniya obrashcheniya lekarstvennyh preparatov, prednaznachennyh dlya produktivnyh zhivotnyh /N.V. Danilevskaya, A.A. Deltsov// Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennye zhivotnye. 2013. № 2. S. 6-8.

5.Deltsov, A.A. Oksidativnyj status krovi telyat pri profilaktike zhelezodeficitnoj anemii v zone radiacii /A.A. Deltsov, C.C. Sodboev, S.G. CHuprakov, M.V. SHCHukin// Veterinariya. 2011. № 12. S. 13-16.

6.Deltsov, A.A. Analiz sfery obrashcheniya lekarstvennyh sredstv dlya veterinarnogo primeneniya /A.A. Deltsov, I.V. Kosova// Remedium. ZHurnal o rossijskom rynke lekarstv i medicinskoj tekhnike. 2014. № 7-8. S. 29-31.

7.Deltsov, A.A. Analiz proizvoditelej lekarstvennyh sredstv dlya veterinarnogo primeneniya v Rossii /A.A. Deltsov, I.V. Kosova// ZHurnal nauchnyh statej Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. 2014. T. 16. № 2. S. 3-6.

8.Egorov, I. Abiopeptid v kormlenii brojlerov / I. Egorov, E. Andrianova, L. Prisyazhnaya i dr. // Pticevodstvo .- 2009 .-№3.- S.25-26.

9.Lazareva, N.YU. Normirovanie mineralov v kombikormah dlya brojlerov / N.YU. Lazareva // Pticevodstvo. – 2011. – №5. – S. 26-27.

10.Petrova, YU.V. Veterinarno-sanitarnaya harakteristika myasa cyplyat-brojlerov krossa kobb-500 pri primenenii v racione Abiopeptida i Ferropeptida / YU.V. Petrova, S.V. Red'kin, I.I. Kochish, YU.G. Isaev // Problemy veterinanoj sanitarii, gigieny i ekologii. – 2016. №4. S. 16-21.

11.Petrosyan, A.B. Mineraly, bolezni i immunitet / A.B. Petrosyan // Ptica i pticeprodukty. – 2010. – №3. – S. 30-32.

12.Richards, Dzh.D. Organicheskie mikroelementy – neot"emlemyj komponent sovremennogo kormleniya / Dzh.D. Richards, E.E. Gizen, R.B. SHirli // ZHivotnovodstvo Rossii. – 2011. – №3. – S. 52-54.

13.Tyupen'kova, O.N. Farmako-toksikologicheskoe obosnovanie primeneniya preparata Abiopeptid: avtoref. dis. … kand. vet. nauk. / O.N. Tyupen'kova; KubGAU. – Krasnodar, 2012. – 25 s.

14.Frenk, A. Gidroliznye preparaty v racione svinej, pticy, zverej, ryby / A. Frenk // Kombikorma. – 2013. – №7. – S. 49-51.

УДК 637.072: 636.5.033

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «АБИОТОНИК» И «ЧИКТОНИК»

ВАСИЛЕВИЧ Федор Иванович, *д-р вет. наук, профессор, академик РАН, зав. кафедрой паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы*

БАЧИНСКАЯ Валентина Михайловна, *канд. биол. наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, bachinskaya1980@mail.ru*

ПЕТРОВА Юлия Валентиновна, *канд. биол. наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы*

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

Экспериментальные исследования кормовых добавок Абиотоник и Чиктоник проводили на базе вивария кафедры эпизоотологии и организации ветеринарного дела, а ветеринарно-санитарную экспертизу продуктов убоя цыплят-бройлеров проводили на кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина и ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, аминокислотный состав мяса перепелов – в Государственном бюджетном учреждении Краснодарского края «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория». Из цыплят в суточном возрасте кросса Кобб-500 было сформировано три группы по 10 голов в каждой – две опытные и контрольная; опытным группам выпаивали кормовые добавки из расчета 1 мл/кг живой массы птицы до 50 суток выращивания, убой птицы проводили на 56-е сутки. Тушки птицы после 24 часов созревания в холодильной камере при температуре +4° С подвергали исследованиям по общепринятым методикам: ГОСТ Р 51944-2002. Мясо птицы. Методы органолептических показателей, температуры и массы;

© Василевич Ф. И., Бачинская В. М., Петрова Ю. В., 2019 г.

ГОСТ 31470-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований. Аминокислотный состав мяса исследовали согласно М 04-38- 2009. Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель". Применение кормовых добавок в дозе 1 мл/кг живой массы способствовало увеличению живой массы птицы при применении Абиотоника на 54,23%, а при применении Чиктоника на 37,70% по отношению к контролю. Во всех исследуемых пробах количество ЛЖК находится в пределах нормы и составило: в 1-й опытной – 1,39±0,03 мг КОН, во 2-й опытной – 1,42±0,04 мг КОН и в контрольной группе – 1,81±0,06 мг КОН, что говорит о свежести и доброкачественности мяса. Значение pH мяса цыплят-бройлеров находилось в трех группах в пределах нормы и не превышало 6,0. По результатам проведенных исследований аминокислотного состава красной и белой мышечной ткани цыплят-бройлеров было установлено, что применение кормовой добавки Абиотоник способствовало увеличению незаменимых аминокислот на 12,14% и на 22,84% соответственно, а заменимых – на 8,11% и на 22,51% по отношению к контрольной группе.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, кормовые добавки, аминокислоты, ветеринарно-санитарная экспертиза.*

Введение

Цыплята-бройлеры отличаются высокой скоростью роста – представители многих кроссов в возрасте 42 суток достигают живой массы более 1,5 кг [3, 5]. Мясо бройлеров отличается нежностью, сочностью и высокими вкусовыми качествами, а также высокой пищевой и биологической ценностью.

Пищевая ценность – совокупность свойств пищевого продукта, при помощи которых удовлетворяются физиологические потребности человека в нутриентах [7]; т.е. это совокупность нутриентов, входящих в состав пищевого продукта. Наиболее важными нутриентами являются белки, липиды, углеводы, а также комплекс микронутриентов (витамины, макро- и микроэлементы). Однако среди указанных нутриентов можно выделить те, которые имеют особое значение в питании человека и являются незаменимыми или частично заменимыми. Поэтому при анализе химического состава пищевых продуктов учитывают также их биологическую ценность – совокупность нутриентов, незаменимых или частично заменимых для человека. Так, для организма человека известны 8 незаменимых аминокислот, 3 основных незаменимых жирных кислоты, которые могут быть использованы для биосинтеза других веществ.

Для нормального функционирования организма человека необходимо употребление качественной и безопасной продукции животноводства [6].

Мясо птицы, в т.ч. цыплят-бройлеров, имеет ряд особенностей и отличается от мяса других видов животных. Так, в нём менее развита соединительная ткань, фасции и оболочки мышечных волокон тонкие и нежные, поэтому оно содержит больше полноценных и легкоусвояемых белков. А также мясо птицы содержит все необходимые для человека макро и микроэлементы, витамины, заменимые и незаменимые аминокислоты [10].

Для получения биологически полноценных продуктов животноводства и птицеводства требуются сбалансированные рационы по всем необходимым компонентам, которые способствуют росту и развитию животных, а также обогащают продукцию макро- и микроэлементами, витаминами, аминокислотами. С этой целью в ветеринарную практику внедряются все новые кормовые добавки; широкое применение в птицеводстве нашли кормовые добавки на основе растительного белка, к которым относятся белковые гидролизаты. Многими учеными доказана эффективность применения белковых гидролизатов в птицеводстве [1, 2, 4, 5, 8, 9].

Цель работы: изучить аминокислотный состав мяса цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при применении кормовых добавок Абиотоник и Чиктоник.

Материалы и методы

Работа выполнена на кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина в период с 01.11.2018 по 26.12.2018 гг. Исследование проводили на цыплятах-бройлеров кросса Кобб-500, приобретённых в суточном возрасте в Сергиево-Посадском районе, д. Ляшково. Птицу содержали в виварии кафедры эпизоотологии и организации ветеринарного дела в клетках. Кормление и поение вволю, без перебоев; использовали корма ПК-5 до 30-суточного возраста и ПК-6 после 30 суток (производство ОАО «Истра-хлебопродукт», г. Истра Московской обл.). Из цыплят-бройлеров по принципу аналогов с учётом живой массы сформировано 3 группы по 10 голов (табл. 1). Цыплятам-бройлерам опытных групп выпаивали кормовые добавки с двухсуточного возраста: в 1-й опытной – Абиотоник, производитель – ООО «А-БИО» Московская обл. (Российская Федерация); во 2-й опытной – Чиктоник, производитель – Индастриал Ветеринария, С.А. (Испания) а LIVISTO company Esmeralda,19, в дозе 1 мл/кг живой массы птицы; третья группа – контрольная.

Препараты давали с водой, исходя из среднего значения живой массы птицы в клетке. За период проведения опыта эпизоотологическое состояние благополучно по инфекционным и инвазионным заболеваниям. Убой птицы проводили на 56 сутки для проведения ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя.

Тушки птицы после 24 часов созревания в холодильной камере при температуре +4° С подвергали исследованиям по следующим показателям:

– органолептические (внешний вид, запах, консистенция, прозрачность и аромат бульона) по ГОСТ Р 51944-2002. Мясо птицы. Методы органо-

лептических показателей, температуры и массы;

– физико-химические (качественное определение свежести мяса птицы по продуктам распада белков с реактивом Несслера, ЛЖК, кислотное и перекисное число жира, реакция на пероксидазу ГОСТ 31470-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований);

– аминокислотный состав мяса проводили согласно М 04-38- 2009 Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель".

Результаты исследований

В период проведения эксперимента учитывали следующие показатели: ежедневное потребление корма, живую массу, среднесуточный прирост, сохранность поголовья, конверсию корма.

При предубойном осмотре цыплят-бройлеров нами установлено, что все бройлеры имеют хорошую упитанность и удовлетворительное клиническое состояние. Оперение чистое, блестящее, гладкое, расклёвов и переломов не обнаружено. Дыхание ровное, отсутствуют истечения из носовых отверстий и клюва. Видимые слизистые оболочки бледно-розового цвета, гладкие, блестящие. Гребень и серёжки бледно-розового цвета, без повреждений кожного покрова и кровоизлияний. По результатам проведенных исследований нами не установлено отрицательного влияния на физиологическое состояние птицы использования кормовых добавок Абиотоника и Чиктоника. Живая масса цыплят всех групп на протяжении опыта стабильно росла, что отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные исследования кормовых добавок на цыплятах-бройлерах (n 10)

Показатели	1-я опытная гр.	2-я опытная гр.	Контроль
Посажено цыплят-бройлеров, голов	10	10	10
Поступило на убой, голов	10	10	10
Количество суток содержания	56	56	56
Сохранность, %	100	100	100
Средняя живая масса (г): 1-е сутки	64,9±6,1	73,6±3,1	63,8±3,6
% к контролю	154,23	137,70	100
Среднесуточный привес, (г)	45,80 *	41,00*	29,70
Валовый прирост массы за 56 суток, г	25650,00 *	22900,00*	16630,00
Валовый расход корма, кг	46,95	46,95	46,95
Пало голов	0	0	0

*– P≤0,05

Из анализа результатов исследований, представленных в таблице 1, следует, что применение кормовых добавок Абиотоник и Чиктоник цыплятам-бройлерам в дозе 1 мл/кг живой массы способствует увеличению живой массы при применении Абиотоника на 54,23%, а при применении Чиктоника на 37,70% по отношению к контролю. Валовый прирост в первой опытной группе на 10 птиц составил 25650,00 г, во второй – 22900,00 г, в контроле – 16630,00 г, что меньше, чем в 1-й группе на 9020,00 г, а во 2-й группе – на 6270,00 г.

По органолептическим и физико-химическим показателям тушек цыплят-бройлеров установлено, что все тушки хорошо обескровлены и выпотрошены. Серозные оболочки полости чистые, бледно-розовые, блестящие. Подкожный жир бледно-жёлтый, нутряной жир желтоватого цвета. Запах тушки приятный, свойственный свежему мясу цыплят-бройлеров; при прижигании раскалённым шпателем возникает аромат жарки, чистый, без посторонних запахов. Мышцы умеренно влажные, упругие – при надавливании пальцем ямка выравнивается в течение 3-8 секунд; цвет равномерный, бледно-розовый (грудные мышцы белые), бульон прозрачный, ароматный без посторонних запахов.

Реакция с сульфатом меди позволяет выявить в бульоне продукты первичного распада белка. Во всех исследуемых пробах наблюдался аналогичный результат – после добавления раствора сульфата меди бульон оставался прозрачным по прошествии 5 минут, и в дальнейшем помутнения или выпадения желеобразного осадка не наблюдалось, что соответствует требованиям к свежему мясу.

При добавлении реактива Несслера в пробы обеих опытных и контрольной групп бульон оставался прозрачным и приобретал бледно-жёлтую окраску с зеленоватым оттенком. Такой результат сохранялся и в течение более длительного времени – через 15-20 минут изменений цвета и прозрачности не наблюдалось. Во всех исследуемых пробах количество ЛЖК находится в пределах нормы и составило в 1-й опытной – 1,39± 0,03 мг КОН, во 2-й опытной – 1,42±0,04 мг КОН и в контрольной группе – 1,81±0,06 мг КОН, что говорит о свежести и доброкачественности мяса. Значение pH мяса цыплят-бройлеров находилось в трех группах в пределах нормы и не превышало 6,0.

Известно, что для взрослого человека незаменимыми аминокислотами считаются валин, лейцин, изолейцин, лизин, метионин, триптофан, фенилаланин, треонин. Условно незаменимыми, т.е. частично синтезируемыми организмом, принято считать аргинин, гистидин, тирозин и цистеин [5].

Таблица 2 – Аминокислотный состав мяса цыплят-бройлеров (голень)

Аминокислота	Содержание, % в сухом веществе		
	Абиотоник	Чиктоник	Контроль
Незаменимые			
Аргинин	5,19±2,08	5,66±2,26	6,13±2,45
Валин	5,60±2,24	3,73±1,49	4,25±1,49
Гистидин	2,10±1,05	1,68±0,84	1,82±0,91
Лейцин + Изолейцин	10,88±2,83	8,57±2,23	9,28±2,41
Лизин	7,64±2,60	6,26±2,13	6,64±2,26
Метионин	2,02±0,67	1,66±0,56	1,85±0,63
Фенилаланин	3,26±0,98	2,68±0,98	2,79±0,84
Треонин	3,86±1,54	3,86±0,80	3,40±1,36
сумма	40,55	34,10	36,16
% к контролю	112,14	94,3	100
Заменимые			
Аланин	5,26±1,37	4,26±1,11	4,61±1,20
Глицин	3,98±1,35	3,28±1,12	3,94±1,34
Пролин	3,09±0,80	2,79±0,73	3,20±0,83
Тирозин	2,75±0,83	2,29±0,69	2,42±0,73
Серин	3,58±0,93	2,79±0,73	3,09±0,80
сумма	18,66	15,41	17,26
% к контролю	108,11	89,28	100

По результатам проведенных исследований аминокислотного состава красной мышечной ткани цыплят-бройлеров нами установлено, что применение кормовой добавки Абиотоник способствовало увеличению незаменимых аминокислот на 12,14%, а заменимых на 8,11% по отношению к контрольной группе. Кормовая добавка Чиктоник не обладает таким действием, во второй группе отмечено значительное снижение в красных мышцах суммы незаменимых и заменимых аминокислот по отношению к контролю и группе, где применяется кормовая добавка Абиотоник.

Таблица 3 – Аминокислотный состав мяса цыплят-бройлеров (грудка)

Аминокислота	Содержание, % в сухом веществе		
	Абиотоник	Чиктоник	Контроль
Незаменимые			
Аргинин	7,04±2,82	6,17±2,47	6,09±2,44
Валин	4,33±1,73	3,87±1,55	3,78±1,51
Гистидин	2,23±1,12	1,96±0,98	2,08±1,04
Лейцин + Изолейцин	11,78±3,06	10,24±2,70	9,07±2,36
Лизин	8,77±2,98	7,86±2,67	6,92±2,35
Метионин	2,19±0,74	1,95±0,56	1,78±0,61
Фенилаланин	3,37±1,01	3,02±0,91	2,69±0,81
Треонин	4,12±1,65	3,60±1,44	3,27±1,31
сумма	43,83	38,67	35,68
% к контролю	122,84	108,38	100
Заменимые			
Аланин	6,22±1,62	5,40±1,40	5,21±1,35
Глицин	3,92±1,33	3,46±1,18	3,33±1,13
Пролин	3,04±0,79	2,67±0,69	2,69±1,08
Тирозин	2,92±0,88	2,64±0,79	2,33±0,70
Серин	3,71±0,96	1,15±0,82	2,61±0,68
сумма	19,81	15,32	16,17
% к контролю	122,51	94,74	100

Из результатов, представленных в таблице 3, следует, что применение кормовой добавки Абиотоник способствовало увеличению в белой мышечной ткани цыплят-бройлеров незаменимых аминокислот на 22,84%, а заменимых на 22,51% по отношению к контрольной группе. Повышение содержания в мышечной ткани аминокислот способствует активизации многих ферментных

систем, синтезу пептидных и белковых гормонов, повышению белковосинтезирующей функции печени, что сопровождается повышением концентрации белков в крови и нормализацией коллоидно-осмотического давления тканей и водно-солевого обмена. Следовательно, включение в рацион цыплят кормовой добавки Абиотоник способствует повышению биологической ценности получаемой продукции. Тенденция снижения суммы заменимых аминокислот наблюдается и в белых мышцах цыплят, получавших Чиктоник. Так, сумма заменимых аминокислот ниже во второй группе на 5,26% по отношению к контролю, но при этом сумма незаменимых аминокислот в грудных мышцах возрастает по отношению к контрольной группе на 8,38%.

Заключение

Особое значение в птицеводстве отводится производству полноценных продуктов питания (мясо, яйца), необходимых для нормального функционирования человеческого организма. Высокая пищевая и биологическая ценность мяса птицы обусловлена практически полной перевариваемостью в ЖКТ, а также значительным содержанием заменимых и незаменимых аминокислот.

В нашем эксперименте определена биологическая ценность мяса цыплят-бройлеров опытных и контрольной групп по аминокислотному составу при использовании таких препаратов, как Абиотоник и Чиктоник.

Первоначально нами определен аминокислотный состав мышц голени (красное мясо), т.к. данный продукт является наиболее доступным для широких масс населения. Установлено, что кормовая добавка Абиотоник способствует значительному увеличению незаменимых и заменимых аминокислот, что, несомненно, повышает биологическую ценность мяса; кормовая добавка Чиктоник не обладает такими свойствами. При изучении аминокислотного состава грудной мышцы нами также отмечено увеличение суммы незаменимых кислот в группе, где применялся Абиотоник. Таким образом, мы рекомендуем применять кормовую добавку Абиотоник в дозе 1 мл/кг живой массы птицы с водой для стимуляции обменных процессов и повышения биологической ценности мяса.

Список литературы

1. Бачинская, В. М. Влияние препарата Абиопептид на яйценоскость и качество яиц / В. М. Бачинская, А. А. Дельцов // Ветеринарная. – 2014. – №2. – С. 52-54.

2.Ветеринарно-санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров при применении белкового гидролизата абиопептида / Ф. И. Василевич, В. М. Бачинская, А. А. Дельцов, А. И. Бабанова // Russian journal of agricultural and socioeconomic sciences ISSN 2226-1184, 5 65, May 2017. – 278-282.

3.Вишневский, В. Ножка, шейка, крылышко / В. Вишневский // Новое сельское хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 96-99.

4. Эффективность предынкубационной обработки яиц препаратом Ферропептид / И. И. Кочиш, М. С. Найденский, А. О. Бушина, С. Н. Коломиец // Птица и птицепродукты. – 2009. - № 3. – С. 20-21.

5.Кочиш, И. И. Эффективность применения комплексного препарата «Ферропептид» при производстве бройлеров / И. И. Кочиш, В. В. Борук, О. И. Кочиш // Птица и птицепродукты. – 2012. - № 2. – С. 55-57.

6.Сарана, А. А. Мясная продуктивность волгоградских и помесных баранчиков / А. А. Сарана, С. А. Ерохин // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2000. - №1. - С. 23-24.

7.Справочник по товароведению продовольственных товаров / Т. Г. Родина, М. А. Николаева, Л. Г. Елисеева [и др.]. – М. : КолосС, 2003. – 608 с.

8. Эффективность применения иммуного биостимулятора на основе гидролизата растительного белка и органических соединений микроэлементов в рационах крупного рогатого скота / А. М. Френк, А. И. Фролов, Р. В. Балобаев, В. Ю. Лобков // Вестник АПК Верхневолжья. - 2014. - № 1 (25). - С. 45-50.

9.Фролов, А. Н. Производство мяса бройлеров : Практическое руководство / А. Н. Фролов. – М. : АГРОСПРОМ, 2010. – 128 с.

10. Штеле, А. Л. Стандартизация качества и безопасности пищевых яиц и мяса птицы / А. Л. Штеле // Птицеводство. – 2014. - №7. – С.26-36.

AMINO ACID COMPOSITION OF CHICKEN-BROILERS MEAT IN APPLICATION OF FEED ADDITIVES "ABIOTONIK" AND "CHIKTONIK"

Vasilevich Fedor I. *Doctor of Veterinary Science, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise*

Bachinskaya Valentina M. *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise, bachinskaya1980@mail.ru*

Petrova Yulya V. *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Examination*

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBI named after KI Scriabin, Moscow

Experimental studies of feed additives Abiotonik and Chiktonik were conducted on the basis of the vivarium of the Department of Epizootology and Organization of Veterinary, and the veterinary-sanitary examination of the products of slaughter broiler chickens was carried out at the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise of FSBEI HE MGAVMiB - MBA named after KI Scriabin and the FSBI of the Federal Research Center of the VIEW RAS, the amino acid composition of quail meat in the State budget institution of the Krasnodar Territory "Kropotkinskaya regional veterinary laboratory." Three groups of 10 animals each were formed from chickens at the daily age of the Cobb-500 cross-country, the experimental groups were fed feed additives at the rate of 1 ml / kg of live weight of poultry for up to 50 days of cultivation,

and poultry were slaughtered for 56 days. Poultry carcasses after 24 hours of maturation in a refrigerating chamber at a temperature of + 4° C were subjected to research according to generally accepted methods: GOST R 51944-2002. Poultry meat Methods of organoleptic characteristics, temperature and mass; GOST 31470-2012 Poultry meat, offal and semifinished products from poultry meat. Methods of organoleptic and physicochemical studies); Amino acid composition of meat was carried out according to M 04-38-2009. Feed, feed and raw materials for their production. Methods of measuring the mass fraction of amino acids by capillary electrophoresis using the Cappel capillary electrophoresis system. The use of feed additives in a dose of 1 ml / kg of live weight contributed to an increase in live weight of the bird when using Abiotonics by 54.23%, and when using Chictonics by 37.70% relative to the control. In all studied samples, the number of VFAs is within the normal range and amounted to 1.39 ± 0.03 mg KOH in 1 experimental group, -1.42 ± 0.04 mg KOH in 2 experimental groups and 1.81 ± 0.06 in the control group. mg KOH, which speaks of the freshness and goodness of meat. The pH of broiler chicken meat was in three groups within the normal range and did not exceed 6.0. According to the results of studies of the amino acid composition of red and white muscle tissue of broiler chickens, it was found that the use of the feed additive Abiotonik contributed to an increase in essential amino acids by 12.14% and by 22.84%, and by replaceable ones by 8.11% and by 22.51% relative to the control group.

Key words: *broiler chickens, feed additives, amino acids, veterinary-sanitary examination.*

Literatura

1.Bachinskaja V.M. Vlijanie preparata Abiopeptid na jajcenoskost' i kachestvo jaic / V.M. Bachinskaja, A.A. Del'cov // Veterinarnaja. – 2014. – №2. – S. 52-54.

2.Vasilevich, F.I. Veterinarno-sanitarnaja ocenka mjasa cypljat-brojlerov pri primenenii belkovogo gidrolizata abiopeptida / F.I. Vasilevich, V.M. Bachinskaja, A.A. Del'cov, A.I. Babanova // Russian journal of agricultural and socioeconomic sciences ISSN 2226-1184, 5 65, May 2017. – 278-282.

3.Vishnevskij, V. Nozhka, shejka, krylyshko / V. Vishnevskij // Novoe sel'skoe hozjajstvo. – 2007. – №4. – S. 96-99.

4.Kochish, I.I. JEffektivnost' predynkubacionnoj obrabotki jaic preparatom Ferropeptid / I.I. Kochish, M.S. Najdenskij, A.O. Bushina, S.N. Kolomiec // Ptica i pticeprodukty. – 2009. - №3. – S 20-21.

5.Kochish, I.I. JEffektivnost' primenenija kompleksnogo preparata «Ferropeptid» pri proizvodstve brojlerov / I.I. Kochish, V.V. Boruk, O.I. Kochish // Ptica i pticeprodukty. – 2012. - №2. – S 55-57.

6.Sarana, A.A. Mjasnaja baranchikov / A.A. Sarana, S.A. Erohin // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. - 2000.- №1.-S. 23-24.

7.Spravochnik po tovarovedeniju prodovol'stvennyh tovarov / T.G. Rodina, M.A. Nikolaeva, L.G. Eliseeva i dr. – M.: KolosS, 2003. – 608 s.

8.Frenk A.M., Frolov A.I., Balobaev R.V., Lobkov V.JU. JEffektivnost' primenenija immunogo biostimuljatora na osnove gidrolizata rastitel'nog belka i organicheskih soedinenij mikrojelementov v racionah krupnogo rogatogo skota / A.M. Frenk, A.I. Frolov, R.V. Balobaev, V.JU. Lobkov // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2014. № 1 (25). S. 45-50.

9.Frolov, A.N. Proizvodstvo mjasa brojlerov: Prakticheskoe rukovodstvo / A.N. Frolov. – M.: AGROSPROM, 2010. – 128 s.

10. SHtele, A.L. Standartizacija kachestva i bezopasnosti pishhevyh jaic i mjasa pticy / A.L. SHtele// Pticevodstvo. – 2014. №7. – S.26-36.

УДК 636.033:57.042.5

ИММУНОКОРРЕКЦИЯ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СВИНОМАТОК И ЗДОРОВЬЯ МОЛОДНЯКА

ГЛАДКИХ Любовь Павловна, *канд. вет. наук, гл. вет. врач свиноводческого комплекса ЗАО «Прогресс» Чебоксарского района Чувашской Республики, Gladkih_l_p@mail.ru*

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

НИКИТИН Дмитрий Анатольевич*, канд. вет. наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, nikitin_d_a@mail.ru*

Проведена научно-исследовательская работа по оценке эффективности использования иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M для реализации репродуктивных качеств свиноматок, профилактики и терапии болезней молодняка свиней. Установлено, что применение супоросным

© Гладких Л. П., Семенов В. Г., Никитин Д. А., 2019 г.

свиноматкам иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M в дозе 5,0 мл трехкратно за 24, 17 и 10 суток до опороса предупреждает осложнения течения опороса и профилактирует болезни послеродового периода. Сохранность полученных от них поросят в период подсоса в контрольной, 1-й и 2-й опытных группах составила 96,92±1,90%, 98,34±1,66 и 98,58±1,42% соответственно. Живая масса поросят контрольной группы была равна 7,6±0,07 кг, тогда как поросят 1-й и 2-й опытных групп 7,78±0,09 и 7,86±0,08 кг соответственно, что на 0,18 и 0,26 кг или на 2,4 и 3,4% больше контрольного значения. Внутримышечное введение иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M в дозе 0,3 мл на голову, трехкратно на 1-е, 4-е и 7-е сутки жизни снижает количество заболеваний свиней в период подсоса на 57,7 и 65,4%, в период отъема – на 50,0 и 64,3%, а в период откорма – на 41,7 и 33,3%. Сроки выздоровления сокращаются соответственно в периоды подсоса, отъема и откорма на 20,9 и 14,8%, на 23,5 и 17,7%, и на 12,0 и 11,4%. Кроме того, сохранность свиней возрастает до 98,0 и 100,0%. Использование для терапии поросят, больных диспепсией, иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M двукратно с интервалом в трое суток в дозе 0,1 мл на 1 кг живой массы повышает терапевтическую эффективность мероприятий и сокращает сроки выздоровления.

Ключевые слова: *свиньи, свиноматки, иммунотропные препараты PigStim-C и PigStim-M, многоплодие, сохранность, профилактическая и терапевтическая эффективность.*

Введение

Свиноводство в современных условиях характеризуется ритмичностью производства, равномерными круглогодовыми опоросами, последовательностью формирования технологических групп, комплексной механизацией и автоматизацией, раздельно цеховой организацией труда и стандартизацией выпускаемой продукции. Все это повышает эффективность отрасли свиноводства, упрощает работу обслуживающего персонала, но, вместе с тем, приводит к несоответствию условий среды обитания физиологическим потребностям организма и, как результат, высокой заболеваемости и снижению продуктивности свинопоголовья [4, 5].

Особого внимания заслуживают свиноматки, являющиеся основой для формирования технологических групп. Существующие приемы их содержания подразумевают недостаточность моциона, синхронизацию половых циклов и нередко приводят к необходимости оказания родовспоможения и возникновению послеродовых осложнений. Ветеринарные специалисты для профилактики и терапии болезней послеродового периода применяют разные средства этиотропной, патогенетической и заместительной терапии, но эффективность их часто оказывается недостаточной [3, 6, 9].

Не меньшего внимания требует к себе и молодняк, заболевания которого в периоды подсоса, отъема и откорма наносят весомый экономический ущерб. Зачастую в производственных условиях у ветеринарных врачей нет возможности осуществления полноценной комплексной профилактики и терапии, и лечение возникших заболеваний ограничивается преимущественно применением антибактериальных препаратов [1, 2].

В свете вышеизложенного учеными Чувашской государственной сельскохозяйственной академии были разработаны препараты сери PigStim, обладающие комплексным иммуностимулирующим и антибактериальным действием [7, 8].

Цель настоящей работы – реализация репродуктивных качеств свиноматок, профилактика и терапия болезней молодняка свиней иммунотропными препаратами серии PigStim.

Материалы и методы

В первой части научно-исследовательской работы объектами исследований были основные свиноматки и полученные от них поросята-сосуны. По принципу пар-аналогов были подобраны три группы супоросных свиноматок по 10 голов (контрольная, 1-я и 2-я опытные). Для определения роли иммунокоррекции в профилактике гинекологических болезней свиноматок и реализации их репродуктивного потенциала свиноматкам 1-й опытной группы применяли иммунотропный препарат PigStim-C, в дозе 5 мл на голову, трехкратно с интервалом 7 суток за 24, 17 и 10 суток до опороса. Свиноматкам 2-й опытной группы инъецировали иммунотропный препарат PigStim-M в те же сроки и в тех же дозах.

Во второй части научно-исследовательской работы объектами исследований был молодняк свиней в периоды от рождения до отправки на убой. Для выявлении профилактической эффективности применения препаратов были сформированы 3 группы новорожденных поросят (контрольная, 1-я опытная и 2-я опытная) по 50 животных в каждой. Поросятам 1-й и 2-й опытных групп внутримышечно вводили соответственно PigStim-C и PigStim-M в дозе 0,3 мл на голову трехкратно на 1-е, 4-е и 7-е сутки жизни.

Для оценки эффективности испытуемых препаратов при диспепсии поросят было сформировано 3 группы по 15 голов клинически больных диспепсией поросят. Лечение поросят начинали с момента выявления соответствующих клинических признаков. Для лечения поросят контрольной группы использовали комбинированный антибактериальный препарат Амоксигард, по инструкции. Поросят 1-й и 2-й опытных групп лечили двукратным с интервалом в трое суток применением соответственно иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M в дозе 0,1 мл на 1 кг живой массы.

Результаты исследований и их обсуждение

В первой части научно-исследовательской работы наблюдением за течением опороса и подсосным периодом выявлено, что у некоторых свиноматок подопытных групп возникли отклонения от нормального течения опороса, и им потребова-

лось родовспоможение. Так, в контрольной группе самостоятельно опоросились 6 свиноматок, четверым потребовалась помощь ветеринарного врача; в 1-й и 2-й опытных группах самостоятельно опоросились по 8 голов. В послеродовом периоде у некоторых свиноматок зарегистрированы воспалительные болезни репродуктивных органов – эндометриты. Так, в контрольной группе зафиксировано 5 случаев заболеваний эндометритом, а в 1-й и 2-й опытных группах, соответственно 3 и 2 случая. Течение заболеваний во всех группах было аналогичным, терапия была комплексной, идентичной и эффективной. Таким образом, установлено, что применение супоросным свиноматкам иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M предупреждает осложнения опороса и профилактирует болезни послеродового периода.

Результаты анализа репродуктивных качеств свиноматок представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Репродуктивные качества свиноматок

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество свиноматок, гол	10	10	10
Многоплодие, гол	12,2±0,58	12,4±0,51	12,6±0,51
Возраст отъема поросят, сут	25	25	25
Количество отнятых поросят, гол	11,8±0,49	12,2±0,58	12,4±0,40*
Сохранность, %	96,92±1,90	98,34±1,66	98,58±1,42
Падеж, %	3,08±1,90	1,66±1,66*	1,42±1,42*
Живой вес при отъеме, кг	7,6±0,07	7,78±0,09	7,86±0,08

Примечание: * – P<0,05

Как видно из таблицы 1, у свиноматок 1-й и 2-й опытных групп количество живорожденных поросят было на 0,2 и 0,4 головы больше, но разница величин сравниваемых показателей была статистически недостоверной. Кроме того, в 1-й и 2-й опытных группах количество поросят при отъеме также было больше на 0,4 и 0,6 голов, причем показатель 2-й опытной группы был статистически достоверен. Выявленный факт обусловил большую сохранность поросят в опытных группах. Сохранность поросят 1-й опытной группы за период подсоса составила 98,34±1,66%, а 2-й опытной – 98,58±1,42% ,тогда как в контрольной группе 96,92±1,90%.

Результаты взвешиваний поросят при отъеме свидетельствуют, что поросята опытных групп имели большую живую массу, чем контрольные сверстники. Так, живая масса поросят контрольной группы была равна 7,6±0,07 кг, тогда как 1-й и 2-й опытных групп – 7,78±0,09 и 7,86±0,08 кг соответственно, что на 0,18 и 0,26 кг или на 2,4 и 3,4% больше контрольного значения.

Таким образом, можно заключить, что применение супоросным свиноматкам иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M в дозе 5,0 мл трехкратно за 24, 17 и 10 суток до опороса способствует лучшему течению опороса, профилактике болезней послеродового периода, увеличению количества живорожденных поросят, их сохранности и стимуляции роста в период подсоса.

В течение опытного периода второй части научно-исследовательской работы в разные сроки подсоса, отъема и откорма среди животных всех групп возникали случаи заболеваний (табл. 2).

Таблица 2 – Заболеваемость и сохранность молодняка свиней

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Поросята-сосуны			
Количество поросят	50	50	50
Заболело	26	11	9
Выздоровело	24	10	9
Пало	2	1	–
Продолжительность болезни, сут	1,96	1,55	1,67
Сохранность, %	96,00	98,00	100,00
Поросята-отъемыши			
Количество поросят	48	49	50
Заболело	14	7	5
Выздоровело	13	7	5
Пало	1	–	–
Продолжительность болезни, сут	2,43	1,86	2,00
Сохранность, %	97,92/94,00*	100,00/98,00*	100,00/100,00*

Продолжение таблицы 2

Молодняк на откорме			
Количество поросят	47	49	50
Заболело	12	7	8
Выздоровело	12	7	8
Пало	-	-	-
Продолжительность болезни, сут	3,25	2,86	2,88
Сохранность, %	100,00/94,00*	100,00/98,00*	100,00/100,00*

Примечание: * – сохранность за все предыдущие периоды

Согласно ветеринарно-статистической отчетности, среди поросят в периоды новорожденности и подсоса преимущественно регистрировали болезни с нарушением функциональной активности желудочно-кишечного тракта без симптомов инфекционных болезней. Среди заболеваний поросят-отъемышей ведущее место занимала отечная болезнь. Кроме того, регистрировали заболевания с симптомами поноса незаразной этиологии и другие, например артриты. У откормочного молодняка преимущественно регистрировали бронхиты и артриты. Во всех случаях назначалось и проводилось комплексное лечение.

Анализ ветеринарно-статистической отчетности выявил, что за период подсоса среди поросят контрольной группы возникло 26 заболеваний средней продолжительностью 1,96 сут., 24 из которых успешно излечились, а два поросенка-сосуна пало. Среди поросят-сосунов 1-й и 2-й опытных групп зарегистрировано соответственно 11 и 9 случаев заболеваний, что на 57,7 и 65,4% ниже контрольного показателя. Средняя продолжительность болезней поросят опытных групп также оказалась меньшей, чем у поросят контрольной группы на 20,9 и 14,8%. Кроме того, следует отметить, что в 1-й опытной группе пал 1 поросенок, а во 2-й – излечились все поросята.

В период отъема у поросят 1-й и 2-й опытных групп зарегистрировано на 7 и 9 случаев или на 50 и 64,3% заболеваний меньше, чем у молодняка свиней контрольной группы. У поросят опытных групп была меньшей на 23,5 и 17,7% и продолжительность болезней. Кроме того, в контрольной группе пал один из заболевших поросят-отъемышей, тогда как среди животных опытных групп падежа зарегистрировано не было.

Была меньшей заболеваемость свиней опытных групп и в период откорма. Так, среди откормочного молодняка свиней 1-й и 2-й опытных групп зафиксировано 7 и 8 случаев заболеваний, а в контрольной – 12, средняя продолжительность которых составила 3,25 сут., при 2,86 и 2,88 сут. в 1-й и 2-й опытных группах. Среди свиней всех трех подопытных групп в период откорма падежа не зарегистрировано.

Следовательно, применение свиньям в период новорожденности иммунотропных препаратов серии PigStim снижает заболеваемость и сокращает сроки выздоровления, обеспечивая более высокую сохранность поголовья и, как результат, лучшую рентабельность свиноводства.

При комплектовании групп поросят для оценки терапевтической эффективности препаратов PigStim-C и PigStim-M в опыт отбирали свиней одинаковой живой массы и возраста в первый день клинического проявления болезни. Состояние молодняка свиней характеризовалось угнетенным общим состоянием, пониженным аппетитом, диареей, температурой тела в пределах физиологических норм.

На утро вторых суток после начала терапии состояние животных было аналогичным состоянию в первый день болезни и характеризовалось сниженным аппетитом и диареей, однако к вечеру часть поросят подопытных групп (2 – в контрольной группе, 4 – в 1-й и 5 – во 2-й опытной) начали активно потреблять корм (молоко свиноматок), тем не менее, клиническая картина у указанных поросят характеризовалась диареей.

Вечером третьих суток количество поросят, активно потреблявших молоко свиноматок, было 4 в контрольной группе, 9 – в 1-й опытной и 10 – во 2-й. Клинические признаки диареи сохранялись у пяти поросят контрольной группы, у двух – 1-й опытной. Среди поросят 2-й опытной группы вечером третьих суток диареи выявлено не было.

В конце 4-х суток поросята всех трех групп были здоровы. Следовательно, лечение диспепсии поросят иммунотропными препаратами PigStim-C и PigStim-M более эффективно, нежели традиционно применяемыми препаратами.

Выводы

Применение супоросным свиноматка иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M в дозе 5,0 мл трехкратно за 24, 17 и 10 суток до опороса способствует лучшему течению опороса, профилактике болезней послеродового периода, увеличению количества живорожденных поросят, их сохранности и стимуляции роста в период подсоса.

Применение иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M поросятам на ранних этапах постнатального онтогенеза профилактирует заболевания и снижает сроки выздоровления поросят, обеспечивая высокие показатели сохранности.

Использование для лечения диспепсии поросят комплексных иммунотропных препаратов PigStim-C и PigStim-M повышает эффективность терапевтических мероприятий и сокращает длительность болезней.

Список литературы

1. Гладких, Л. П. Коррекция неспецифической резистентности организма поросят к факторам среды обитания / Л. П. Гладких, Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК : мат. междунар. науч.-практ. конф. - Чебоксары, 2015. - С. 419-422.

2. Гладких, Л. П. Иммунокоррекция организма в реализации биоресурсного потенциала свиней /

Л. П. Гладких, Д. А. Никитин, В. Г. Семенов // Молодежь и инновации : мат. XIII всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. - Чебоксары, 2017. - С.73-77.

3. Влияние Гувитана-С на содержание иммунокомпетентных клеток в крови свиней / И. М. Донник, И. А. Шкуратова, Г. М. Топурия, Л. Ю. Топурия, М.В. Даниленко //Аграрный вестник Урала. - 2015. - № 7(137). - С.29-31.

4. Кузнецов, А. Ф. Адаптогены как компенсаторный фактор развития свиноводства /А. Ф. Кузнецов, И. В. Лунегова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины : мат. междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб. : СПбГАВМ, 2016. - С. 110-111.

5. Мохначев, С. А. Перспективы развития отрасли свиноводства в регионе / С. А. Мохначев, Т. Н. Шумкова, Н. В. Шумков // Фундаментальные исследования. – Пенза : «Академия Естествознания», 2015. - № 11-3. - С. 595-599.

6. Прокопьева, М. В. Премиксы – перспектива развития и сохранности животноводства / М. В. Прокопьева, О. П. Нестерова, Н. В. Середа // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства. - Чебоксары, 2018. - С. 331-337.

7. Роль иммунокоррекции организма свиней в реализации продуктивного потенциала / В. Г. Семенов, А. Ф. Кузнецов, Д. А. Никитин, Л. П. Гладких // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2017. - № 4. - С. 103-105.

8. Профилактика болезней и реализация продуктивных качеств свиней иммунотропными препаратами / В. Г. Семенов, А. С. Тихонов, Д. А. Никитин, Л. П. Гладких // Известия международной академии аграрного образования. – 2018. - № 39. - С. 204-209.

9. Хохлов, А. М. Воспроизводительные качества в зависимости от биологических и технологических факторов / А. М. Хохлов, Д. И. Барановский // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 3(61). - С. 37-41.

IMMUNOCORRECTION OF THE ORGANISM FOR ENSURING REPRODUCTIVE QUALITIES OF SOWS AND HEALTH OF YOUNG GROWTH

Gladkih Lyubov P., *is a candidate of veterinary sciences, the chief veterinarian of a pig-breeding complex of CJSC Progress of the Cheboksary district of the Chuvash Republic, Gladkih_l_p@mail.ru*

Semenov Vladimir G., *is a doctor of biological science, professor, head of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agricultural Academy, semenov_v.g@list.ru*

Nikitin Dmitry A., *is a candidate of veterinary sciences, the senior teacher of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agricultural Academy, nikitin_d_a@mail.ru*

Research according to efficiency of use is carried out the immunotroph preparation PigStim-C and PigStim-M for realization of reproductive qualities of sows, prevention and therapy of diseases of young growth of pigs. It is established that application to suporosny sows the immunotroph preparation PigStim-C and PigStim-M in a dose of 5.0 ml is triple in 24, 17 and 10 days prior to a farrow warns complications of a current of a farrow and prevents diseases of the postnatal period. The safety of the pigs received from them in the period of a suction in control, 1st and 2nd skilled groups was 96.92±1.90%, 98.34±1.66 and 98.58±1.42% respectively. The live mass of pigs of control group was equal to 7.6±0.07 kg whereas, the 1st and 2nd skilled groups 7.78±0.09 and 7.86±0.08 of kg respectively that on 0.18 and 0.26 kg or for 2.4 and 3.4% there is more control value. Intramuscular introduction the immunotroph preparation PigStim-C and PigStim-M in a dose of 0.3 ml on the head, is triple for the 1-, 4-and 7 day of life reduces quantity of diseases of pigs in the period of a suction by 57.7 and 65.4%, during depriving for 50 and 64.3%, and during sagination – for 41.7 and 33.3%. Terms of recovery are reduced respectively during the periods of a suction, depriving and sagination by 20.9 and 14.8%, for 23.5 and 17.7%, and for 12 and 11.4%. Besides the safety of pigs increases up to 98.0 and 100.0%. Use for treatment of dyspepsia of pigs the immunotroph preparation PigStim-C and PigStim-M in a dose of 0.1 ml twice at an interval of three days since first day of a disease increases therapeutic efficiency of actions by 1 kg of live weight and reduces recovery terms.

Key words: *pigs, sows, the immunotroph preparation PigStim-C and PigStim-M, safety, preventive and therapeutic efficiency.*

Literatura

1. Gladkih, L.P. Korrekcija nespecificheskoj rezistentnosti organizma porosjat k faktoram sredy obitanija / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin, V.G. Semenov // Prodovol'stvennaja bezopasnost' i ustojchivoe razvitie APK: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.- CHeboksary, 2015.- S.419-422.

2. Gladkih, L.P. Immunokorrekcija organizma v realizacii bioresursnogo potenciala svinej / L.P. Gladkih, D.A. Nikitin, V.G. Semenov // Molodezh' i innovacii: mat. XIII vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, aspirantov i studentov.- CHeboksary, 2017.- S.73-77.

3. Donnik, I.M. Vlijanie Guvitana-S na soderzhanie immunokompetentnyh kletok v krovi svinej /I.M. Donnik, I.A. SHkuratova, G.M. Topurija, L.JU. Topurija, M.V. Danilenko //Agrarnyj vestnik Urala.- Ekaterinburg: FGBOU VO Ural'skij GAU, 2015.- № 7(137).- S.29-31.

4. Kuznecov, A.F. Adaptogeny kak kompensatornyj faktor razvitija svinovodstva /A.F. Kuznecov, I.V. Lunegova //Znanija molodyh dlja razvitija veterinarnoj mediciny: mat. mezhdunar. nauch. konf. studentov,

aspirantov i molodyh uchenyh.- SPb: SPbGAVM, 2016.- S.110-111.

5. Mohnachev, S.A. Perspektivy razvitija otrasli svinovodstva v regione /S.A. Mohnachev, T.N. SHumkova, N.V. SHumkov //Fundamental'nye issledovanija.- Penza: «Akademija Estestvoznanija», 2015.- № 11-3.- S.595-599.

6. Prokop'eva, M.V. Premiksy – perspektiva razvitija i sohrannosti zhivotnovodstva / M.V. Prokop'eva, O.P. Nesterova, N.V. Sereda // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 20-letiju pervogo vypuska tehnologov sel'skohozjajstvennogo proizvodstva.- CHeboksary, 2018.- S.331-337.

7. Semenov, V.G. Rol' immunokorrekcii organizma svinej v realizacii produktivnogo potenciala / V.G. Semenov, A.F. Kuznecov, D.A. Nikitin, L.P. Gladkih // Voprosy normativno-pravovogo regulirovanija v veterinarii.- SPb, 2017.- №4.- S.103-105.

8. Semenov, V.G. Profilaktika boleznej i realizacija produktivnyh kachestv svinej immunotropnymi preparatami / V.G. Semenov, A.S. Tihonov, D.A. Nikitin, L.P. Gladkih // Izvestija mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovanija.- SPb.: MAAO, 2018.- №39.- S.204-209.

9. Hohlov, A.M. Vosproizvoditel'nye kachestva v zavisimosti ot biologicheskih i tehnologicheskih faktorov / A.M. Hohlov, D.I. Baranovskij // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii.- Kokino, 2017.- №3(61).- S.37-41.

УДК 661.421

ПЕСКОВАНИЕ КАК ПРИЕМ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ШЛЮЗОВАНИЕМ

ЗАХАРОВА Ольга Алексеевна, *д-р с.-х. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева, ol-zahar.ru@yandex.ru*

КУЧЕР Дмитрий Евгеньевич, *канд. техн. наук, доцент Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов (РУДН), научный руководитель научно-исследовательского и проектного института, dmitr004@gmail.com*

МУСАЕВ Фаррух Атауллахович, *д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева, musaev@rgatu.ru*

ЕВСЕНКИН Константин Николаевич, *канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник ФГБНУ «ВНИИГиМ им А.Н. Костякова», Мещерский филиал, kn.evsenkin@yandex.ru*

Результаты многолетних авторских исследований на основе почвенно-экологического мониторинга свидетельствовали о развитии деградационных процессов ранее осушенных торфяных почв Рязанской Мещеры. Положительное влияние оказывает структурная мелиорация (пескование) торфяных почв. Целью исследований являлось изучение свойств осушенной в результате пескования торфяной почвы на мелиоративном объекте Тинки-II в п. Полково Рязанского района Рязанской области. В исследованиях применялся наиболее распространенный тип – немецкое смешанно-слойное пескование. В основу методологии положен принцип сравнения состояния осушенной торфяной почвы до и после пескования. Опыт включал варианты двухфакторного полевого микроделяночного опыта в условиях шлюзования при снижении УГВ на участке до 90 и 120 см: контроль – без пескования и поддержание шлюзованием двух УГВ до 90 см и 120 см с внесением песка дозами 800, 1200 и 2000 т/га. Методика общепринятая. Картофель сорта Алмера выращивался по классической технологии для региона. Размер каждой делянки 2,5 на 3,0 м. Общая площадь делянки при этом составляет 7,5 м^2, учётная – 3 м^2. Размещение делянок систематическое; повторность в опыте шестикратная. По гранулометрическому составу песок рыхлый, мелкозернистый. Содержание фракций меньше 0,01 мм составляет 4,3%, остальная часть состоит из частиц от 0,25 до 0,05 мм, pH солевой вытяжки – 5,7. В опыте вносились минеральные удобрения в небольших количествах: аммиачной селитры – 180 г; суперфосфата – 185 г; сернокислого калия – 260 г. Водное питание – атмосферно-грунтовое. Более эффективным является вариант 2 – пескование дозой 1200 т/га при шлюзовании и поддержании УГВ=90 см. Об этом свидетельствовало улучшение водно-физических свойств почвы: общая порозность выросла на 5%; полная влагоемкость снизилась с 270 до 70%, то есть почти в 4 раза; повысилась температура почвы, что оказало благоприятное влияние на прорастание клубней и последующее их развитие; содержание нитратного азота в почве уменьшилось в два раза, что позволило снизить концентрацию

© Захарова О. А., Кучер Д. Е., Мусаев Ф. А., Евсенкин К. Н., 2019г.

нитратов в клубнях до 62 мг/кг, (значительно ниже допустимых величин); прибавка урожайности картофеля составила 44%; условно чистый доход составил в опыте 22 тыс. руб. за три года.

Ключевые слова: *торфяная почва, деградация, шлюзование, пескование, урожайность, картофель.*

Введение

Торфяники относятся к категории исчерпаемых и не возобновляемых почвенно-геологических образований; проектируемые на них мелиоративные мероприятия должны быть согласованы с основными задачами сельского хозяйства, строятся в полном соответствии с характером их органогенного происхождения и спецификации необратимых процессов, происходящих в торфе в результате осушения [6, 8, 9, 11].

«Неотложной задачей науки и производственников в современных условиях являются обследование и инвентаризация ранее построенных гидромелиоративных систем», – подчеркивал академик РАСХН Б.С. Маслов [4]. Результаты многолетних авторских исследований на основе почвенно-экологического мониторинга свидетельствуют о развитии деградационных процессов ранее осушенных торфяных почв Рязанской Мещеры. Деградация явилась следствием нерационального использования почв, нарушения осушительных норм и безразличного отношения к осушительным системам в целом после распада СССР. В ранее опубликованных авторских работах [3, 4, 5] нами отмечалась сработка торфа на 54-67 см, появление вымочек, свидетельствующих о вторичном заболачивании, ухудшении водно-физических свойств, увеличении зольности. Это привело к развитию пестроты почвенного покрова, снижению мощности торфяного слоя до 116 см, убыли органического вещества на 120 т/га и другим негативным изменениям.

Очевидное влияние, по данным исследователей [1, 8, 10], оказывает структурная мелиорация (пескование) торфяных почв. Рассматривают три вида пескования: смешанное (или северное, шведское), покровное (насыпное или римпауское) и немецкое смешанно-слойное. Кроме того, выделяют черную культуру, в условиях которой торфяные почвы используют без внесения минеральных добавок.

Смешанное пескование – внесение песка в пахотный горизонт и его перемешивание с торфом при пахоте [3]. Длительные исследования смешанного способа пескования, выполненные шведским обществом по культуре болот, показали значительное улучшение физических свойств и теплового режима, лучшие условия обработки таких почв, более быстрое созревание возделываемых культур [1]. Кроме того, в научной информации имеются сведения о содействии смешанного пескования ускорению темпов биохимической сработки торфа пахотного горизонта в результате усиления его аэрации и окисления [1]. В Германии, где этот прием признается как обязательный при освоении органогенных почв, он называется смешанной песчаной культурой – Sandmischkultur. Этот способ агромелиорации способствует улучшению физических и химических свойств, водного, теплового и питательного режимов торфяных почв. В России, по-видимому, впервые сообщение о пескованиии осушенных торфяных почв было опубликовано в 1899 г. в энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона (1899) в специальной статье «Римпау».

При покровном пескованиии на поверхности торфяной почвы создают пахотный песчаный горизонт мощностью 14-16 см с последующей припашкой 2-3 см торфа для его обогащения органической массой. Этот прием получил название покровной (Sanddeckkultur) или римпауской культуры (по фамилии землевладельца Rimpau, впервые в 1887 г. предложившего данный способ использования осушенных торфяных почв). Для закладывания песчаного пахотного слоя на поверхности осушенных торфяных почв необходимо разместить 1800-2200 т/га песка. Процесс формирования песчаного горизонта дорог и трудоемок, но уже через 2-3 года окупается дополнительным урожаем [6]. Преимуществом способа является продолжительное последействие этого агромелиоративного приема. Достоинством считается и резкое повышение несущей способности почв, улучшение условий работы сельскохозяйственной техники и транспортных средств, снижение или полное исключение угрозы пожаров и сокращение опасности эрозии, выноса органической массы торфа с урожаем, возможность полной механизации работ. В то же время, по данным некоторых авторов, пескование – материально затратное мероприятие, которое не окупается в последующие годы и не способствует росту урожайности.

В Германии широко используется шнековое устройство, смонтированное на тракторе. Особенность такой машины в том, что шнеком на поверхность извлекают песок, непосредственно подстилающий толщу торфа. С помощью шнекового устройства песок выбрасывается на поверхность почвы лентой шириной 6-7 м за один проход машины. Затем глубокая борозда, возникающая после прохода шнека, заполняется торфом с помощью фрезы [1]. Немецкие исследователи подтверждают благоприятное влияние пескование на микрофлору торфяных почв, улучшение агрохимических свойств почвы и рост продуктивности.

Таким образом, в литературе имеется двойственная информация о возможном улучшении осушенных торфяных почв пескованием, что требует уточнения с учетом почвенно-климатических и организационно-хозяйственных особенностей.

Объекты и методы исследований

Целью исследований являлось изучение свойств осушенной в результате пескования торфяной почвы на мелиоративном объекте Тинки-II в п. Полково Рязанского района Рязанской области.

Научная новизна заключалась в изучении продуктивности деградированных торфяных почв при проведении пескования и регулировании уровня грунтовых вод шлюзованием в Рязанской Мещере.

Характеристики мелиоративного объекта и торфяной почвы опубликованы ранее [3, 6]. Коэффициент фильтрации торфа равнялся 0,38 м/сут., плотность – 1,42 г/см^3. Нами применялся наиболее распространенный тип – немецкое смешанно-слойное пескование.

Объект исследования – торфяная почва длительного срока осушения.

В основу методологии положен принцип сравнения состояния осушенной торфяной почвы до и после пескования.

Опыт включал варианты двухфакторного полевого микроделяночного опыта в условиях шлюзования при снижении УГВ на участке до 90 и 120 см (рис.1):

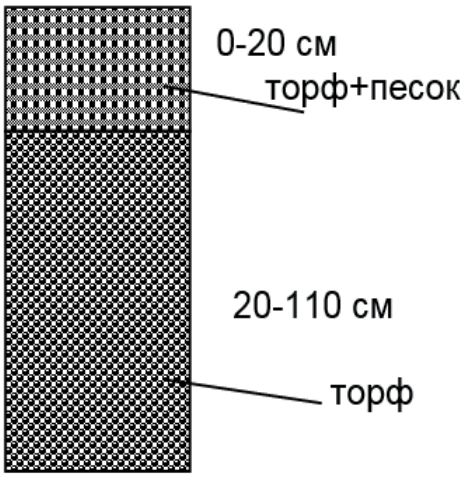


Рис.1 – Схема профиля

Контроль – без пескования;

При снижении УГВ до 90 см:

вариант 1 – пескование из расчета 800 т/га,

вариант 2 – пескование из расчета 1200 т/га,

вариант 3 – пескование из расчета 2000 т/га.

При снижении УГВ до 120 см:

вариант 4 – пескование из расчета 800 т/га,

вариант 5 – пескование из расчета 1200 т/га,

вариант 6 – пескование из расчета 2000 т/га.

Размер каждой делянки 2,5 на 3,0 м. Общая площадь делянки при этом составляет 7,5 м^2, учётная – 3 м^2. Размещение делянок систематическое; повторность в опыте шестикратная.

По гранулометрическому составу песок рыхлый, мелкозернистый. Содержание фракций размером меньше 0,01 мм было 4,3%, остальная часть включала частицы от 0,25 до 0,05 мм; pH солевой вытяжки – 5,7. Коэффициент фильтрации песка составлял 6,18 м/сут., плотность – 2,62 г/см^3.

В опыте вносились минеральные удобрения в количествах: аммиачной селитры – 180 г; суперфосфата – 185 г; сернокислого калия – 260 г, что было рассчитано на основе агрохимического анализа торфяной почвы балансовым методом.

Водное питание – атмосферно-грунтовое. Осушается объект Тинки-II закрытым дренажом в сочетании с открытыми магистральными и нагорно-ловчими каналами [3, 5, 6]. Методика наблюдений за уровнем грунтовых вод – его измерение хлопушкой и поддержание шлюзованием (рис. 2) принята в соответствии с «Временными методическими указаниями для водобалансовых станций на мелиорируемых землях по производству наблюдений и обработке материалов».

Шлюз-регулятор на магистральном канале

Измерение уровня грунтовых вод в закрытой наблюдательной скважине

Рис. 2 – Контроль уровня грунтовых вод в опыте и его регулирование шлюзованием

На каждом участке были установлены наблюдательные скважины за уровнем грунтовых вод (УГВ). Выполнить шлюзование на всем осушительном магистральном канале мелиоративного объекта Тинки-II проблематично из-за наличия только одного шлюза-регулятора, другие разобраны и сданы в утиль. Этим объясняется и выбор участка, находящегося в удалении от поселка, для проведения опыта.

Влажность и температура почвы измерялись тензиометром с последующим пересчетом показаний по градуировочному графику. Объемная масса, г/см^3, определялась при высушивании расчетным методом. Общую порозность рассчитывали по формуле:

$$P_{общ} = 100\left(1 - \frac{D}{d}\right), \quad (1)$$

где D – объемная масса, г/см^3; d – удельная масса почвы, %.

Полная влагоемкость определялась расчетным методом. Содержание нитратного азота про-

анализировано по ГОСТ Р 53219-2008 «Качество почвы». Балансовые уравнения для текущего момента времени для нитратной (MNO) формы азота, доступного растениям, имели вид:

MNH (i+1)= MNH (i) + Муд (i) + [JoNH (i) + JPNH (i) - JNH→NO(i) - JS(i) - Jp(i) - kNH] ·T (2)

MNO (i+1)= MNO (i) + Муд (i) + [JNH→NO(i) - JP (i) - (1 - kNH)-Jinf(i)] ·T (3)

где J_{NH}^{p} – потоки азота за счет минерализации органического вещества;

$M_{уд}$ – поток азота за счет внесения минеральных удобрений,

$J_{NH \to NO}$ – поток превращения аммонийной формы азота в нитратную;

J_S, J_P – связывание азота почвенным буфером и корнями растений, соответственно;

J_{inf} – сток нитратного азота с водой в нижний горизонт почвы, кг/(га·сут);

k_{NH} – доля аммиачного азота в общем потоке азота, поглощаемого корнями растений.

Определение нитрат-ионов проводилось по методу ЦИНАО (ГОСТ 2648-86). Используемые методы определения нитрат-ионов оценены по правильности и воспроизводимости с помощью критериев Фишера (F-критерий), и Стьюдента (t-критерий) [2]. Табличные значения F-критерия и t-критерия равны $F_{табл.}$ = 19,20, $t_{табл.}$ = 4,303.

Картофель сорта Алмера районирован на территории Рязанской области и внесен в 2009 году в Госреестр. Оригинатор – компания AGRICO U.A. (Нидерланды). Это среднеранний столовый сорт с овальными клубнями. Длительность вегетации 65-80 дней. Урожайность до 400 ц/га. Агротехника картофеля в опыте общепринятая в регионе с учетом специфики полевого микроделяночного опыта.

В опыте песок (рис. 3, а) распределяли ручным разбрасывателем с тележкой-дозатором (рис. 3, б) с последующим дискованием бороной (рис. 3, в) и тщательным перемешиванием с торфом пахотного горизонта и внесением минеральных удобрений. Выращиваемая культура – картофель сорта Алмера (рис. 3, г).

а) Заготовка песка

б) Разбрасыватель с тележкой-дозатором RockMelt 2030

в) Борона дисковая легкая БДСК-4

г) Общий вид опытного участка

Рис. 3 – Пескование торфяной почвы на опытном участке

Достоверность результатов опыта определялась с использованием программного комплекса Statistica 10. При работе в программе использованы опции Statistics и Graphs [2].

Тепловлагообеспеченность отслеживалась по данным автоматической метеостанции SEBA с записью метеорологических факторов микропроцессором, установленной в п. Полково. Год 2016 имел гидротермический коэффициент (ГТК) равный 1,2 – избыточно влажный, 2017 год (ГТК = 1,4) – избыточно влажный и 2018 год (ГТК=1,0) – соответствовал среднемноголетним показателям. Погодные условия в годы исследований расходились по тепловлагообеспеченности, что предоставило возможность для более полного выявления особенностей изменения свойств почвы и формирования урожайности картофеля.

Результаты исследований

В итоге пескования произошло изменение водно-физических свойств торфяной почвы (объемная масса, скважность, полная влагоемкость – ПВ), что отображено в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение объемной массы торфяной почвы под влиянием пескования

Варианты опыта	Объемная масса, г/см^3	Общая порозность, %	ПВ, %
Контроль – без пескования	0,23	76,3	270,0
При снижении УГВ до 90 см			
вариант 1 – пескование из расчета 800 т/га	0,44	53,2	135,8
вариант 2 – пескование из расчета 1200 т/га	0,60	54,0	80,5
вариант 3 – пескование из расчета 2000 т/га	0,82	55,0	69,5
При снижении УГВ до 120 см			
вариант 4 – пескование из расчета 800 т/га	0,50	53,8	80,3
вариант 5 – пескование из расчета 1200 т/га	0,62	55,8	74,2
вариант 6 – пескование из расчета 2000 т/га	0,80	57,5	72,4

Согласно данным таблицы 1, объемная масса в пахотном слое почвы при внесении песка поднялась с 0,23 до 0,82 г/см^3, то есть выросла почти в 4 раза. По механическому составу почва на вариантах 4, 5, 6 при снижении УГВ до 120 см – стала более минерализована. Полная влагоемкость значительно уменьшилась: если до пескования она составляла 270,0%, то при внесенной дозе песка 2000 т/га с УГВ=90 см она составила 69,5%, при внесении этой же дозы при УГВ=120 см снизилась до 72,4%, т.е. уменьшилась в 3,9-3,8 раза соответственно. Эти же показатели на вариантах опыта 4 и 5, при снижении УГВ до 120 см, ниже, кроме общей порозности, что, на наш взгляд, есть прямое следствие изменения водного режима участка.

Результаты наших наблюдений за температурой торфяной почвы в зависимости от дозировок внесения песка и УГВ показали, что более высокая температура почвы в течение вегетационного периода наблюдалась на опытных делянках с УГВ до 120 см. Данные показали, что на варианте 6 температура почвы на глубине 10 см увеличилась на 1,5-4,0^0 С, на глубине 20 см – на 0,8-2,7^0 С по сравнению с контролем. При дозе песка 800 т/га температура торфяной почвы, например, в слое 10 см выросла на 1,6^0 С. Однако лучшие условия для роста и развития растений картофеля все-таки установлены нами на вариантах 1, 2 и 3 при УГВ до 90 см, что, по-видимому, наблюдалось из-за большего увлажнения почвы, так как картофель требователен к почвенной влаге. Влажность почвы, измеренная тензиометром один раз в декаду, была выше на вариантах 1, 2 и 3. Сочетание водного и температурного режимов на этих вариантах и обеспечило клубням лучшие условия развития.

До экономических преобразований в стране на мелиоративном объекте Тинки-II применялось двойное регулирование водного режима. Орошение осуществлялось дождеванием, что, по нашему мнению, позволило бы обеспечить восполнение дефицита влаги в почве и атмосфере, который наблюдался в вегетационный период каждого года исследований. К сожалению, оросительная сеть была демонтирована в середине 1990-х гг.

Одним из важных агрохимических показателей торфяных почв является нитратный азот. Его содержание в течение вегетационного периода коренным образом влияет на обеспечение сельскохозяйственных культур азотом и биологическую активность почвенных организмов, а также на скорость процесса минерализации органического вещества торфа.

Содержание нитратного азота в пахотном слое резко уменьшалось с увеличением доз внесенного песка в торфяную почву. Абсолютные значения его как на контроле, так и на опытных вариантах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание нитратного азота и урожайность картофеля в торфяной почве в зависимости от доз внесения песка

Варианты опыта	$N_{нитрат.}$, мг на 100 г абс. сухой почвы	Урожай		$НСР_{05}$, ц/га
		ц/га	Прибавка, %	
Контроль – без пескования	31,4±0,05	90,0	-	1,34

Продолжение таблицы 2

При снижении УГВ до 90 см				
вариант 1 – пескование из расчета 800 т/га	27,5±0,12	115,0	28	1,88
вариант 2 – пескование из расчета 1200 т/га	16,5±0,17	130,0	44	2,02
вариант 3 – пескование из расчета 2000 т/га	12,7±0,11	127,3	42	2,16
При снижении УГВ до 120 см				
вариант 4 – пескование из расчета 800 т/га	26,2±0,08	110,1	22	1,89
вариант 5 – пескование из расчета 1200 т/га	11,5±0,12	119,5	33	1,99
вариант 6 – пескование из расчета 2000 т/га	10,2±0,05	122,6	36	2,23

$НСР_{0,5}$=1,34 ц/га

В конечном итоге оптимизация плодородия торфяных почв пескованием сказывается на их продуктивности: урожай картофеля на варианте 2 при поддержании УГВ на отметке 90 см был максимальным и составил 130 ц/га, или 144% по сравнению с контролем. Поддержание УГВ на уровне 120 см повысило урожайность картофеля лишь до 136%.

По данным таблицы 2 видно, что образование нитратного азота более интенсивно происходит на контроле и снижается в зависимости от внесенной дозы минерального грунта на 28%. ПДК нитратов в почве 130 мг/кг, что значительно выше фактического.

Результаты исследований по определению концентрации нитратов в почве обработаны при составлении кластеров. Кластерный анализ зависимости содержания нитратного и аммонийного азота в почве от дозы вносимого песка и УГВ (рис. 4) показал связь потоков азота за счет минерализации органического вещества, внесения минеральных удобрений, превращения аммонийной формы азота в нитратную; связывание азота почвенным буфером и корнями растений соответственно; сток нитратного азота с водой в нижний горизонт почвы, поглощение азота корнями растений. На варианте 2 отмечена положительная связь (темно-зеленый цвет на графике) содержания азота в почве от пескования и шлюзования при поддержке УГВ до 90 см при связи R=0,88. Варианты с высокими дозами азота при проведении данного мероприятия отображены красным цветом и свидетельствовали о понижении концентрации азота в почве.

Соотношение массы ботвы и клубней обычно колеблется в пределах 1-1,5 : 1. На максимально эффективном варианте 2 масса ботвы составила в среднем 175 ц из расчета на 1 га.

ПДК нитратов для картофеля составляет 250 мг на 1 кг сырых клубней. Содержание нитратов в клубнях не превышало санитарной нормы (в опыте не выше 55-80 мг/кг). Экспериментальные значения Fэксп. находились в интервале 13,1-1,51, а tэксп. – в диапазоне 1,93-0,36, что меньше соответствующих табличных значений, поэтому полученные этими методами данные можно рассматривать как одну выборочную совокупность. Четко прослежена прямая связь накопления нитратов в клубнях от дозы вносимого песка и режима увлажнения.

Пескование с экономической точки зрения – процесс дорогостоящий, но быстро окупаемый за счет дополнительного урожая. Продолжительность эффективного последействия агромелиоративного мероприятия остается неопределенно долгой [1]. Наиболее оптимальным в нашем опыте явился вариант 2 с пескованием торфяной почвы из расчета 1200 т/га при УГВ=90 см. В таблице 3 приведены примерные затраты на производство продукции в среднем за три года. Главным показателем выступает прибыль в виде ее абсолютной величины, то есть чистая прибыль. Размер получаемой прибыли, одновременно с объемом произведенной продукции, зависит от её себестоимости и цены реализации, которая, в свою очередь, определяется соотношением спроса и предложения и временем реализации (весна, осень).

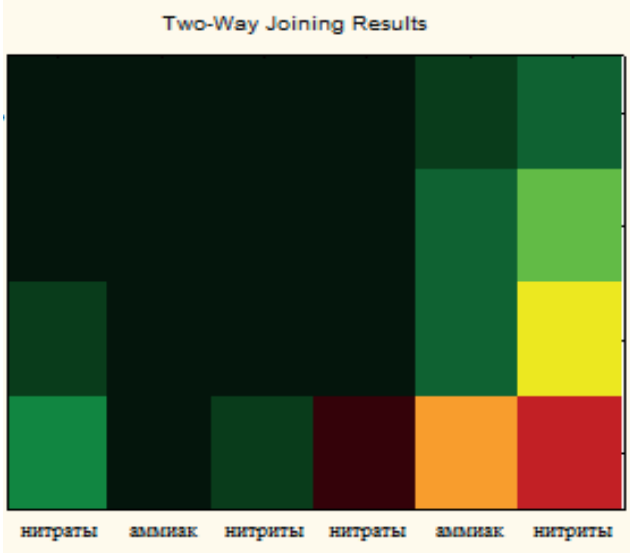


Рис. 4 – Кластерный анализ зависимости содержания азота в почве от дозы вносимого песка и уровня грунтовых вод

Таблица 3 – Примерная структура затрат на производство картофеля на варианте 2 – пескование из расчета 1200 т/га при УГВ=90 см

Статьи затрат	Величина затрат за три года, руб.
Семенной картофель сорт Алмера	9245,0
Минеральные удобрения	6303,0

Продолжение таблицы 3

Средства защиты растений от колорадского жука	900,0
Транспортные расходы	4770,0
Песок + доставка (единожды)	15000,0
Обсадка труб наблюдательных скважин	1000,0
Отчеты и прочие расходы	600,0
Всего затрат	37818*

* – за весь опыт (без учета затрат на ручной труд авторов)

На проведение опыта в течение трех лет было затрачено около 37818 руб., урожайность картофеля на варианте 2 на торфяной почве составила в среднем за три года 130 ц/га, что позволило получить при его реализации осенью по 8 руб/кг (2018 г.) 104 тыс. руб. Себестоимость составила 6,3 руб/кг. Чистый доход за три года опыта составил чуть более 22 тыс. руб.

Перспективы дальнейших исследований включают более широкое изучение водно-физических и агрохимических свойств торфяной почвы и развития клубней картофеля, расчет окупаемости пескования.

Выводы

Таким образом, пескование сработанных торфяных почв низинного типа представляет весомый агроэкономический интерес как один из приемов оптимизации плодородия. Более эффективным является вариант 2 – пескование дозой 1200 т/га при шлюзовании и поддержании УГВ=90 см, о чем свидетельствовало:

– улучшение водно-физических свойств почвы: общая порозность выросла на 5%; полная влагоемкость снизилась с 270 до 70%, то есть почти в 4 раза;

– повысилась температура почвы, что оказало благоприятное влияние на прорастание клубней и последующее их развитие;

– содержание нитратного азота в почве уменьшилось в два раза, что позволило снизить концентрацию нитратов в клубнях до 62 мг/кг, что значительно ниже допустимых величин;

– прибавка урожайности картофеля составила 44%;

– условно чистый доход составил в опыте 22 тыс. руб. за три года.

Список литературы

1.Батраков, А. С. Изменения морфологических и физических свойств осушенных торфяных почв под влиянием разных видов пескования, оценка их возможной деградации [Электронный ресурс] : дисс. на соиск. уч.ст. к.б.н. – по спец. 06.01.03 - Агропочвоведение, агрофизика. – М., 2006. – 125 с. Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/izmeneniya-morfologicheskikh-i-fizicheskikh-svoistv-osushennykh-torfyanykh-pochv-pod-vliyani#ixzz5dPCvCUmQ Дата обращения 22.01.2019.

2.Боровиков, В. П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере [Текст] / В. П. Боровиков. – Спб. : Питер, 2001. – 656 с.

3. Ботаническое обследование осушеной торфяной почвы Рязанской мещеры [Текст] / О. А. Захарова, К. Н. Евсенкин, Л. М. Захаров, Т. А. Кудрявцева // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревсие чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – С. 343-346.

4.Захарова, О. А. Микробоценоз почвы при разных уровнях антропогенного воздействия [Текст] / О. А. Захарова, Л. В. Кирейчева, Ю. А. Мажайский. – Рязань : РГАТУ, 2004. – 159 с.

5.Захарова, О. А. Ресурсосберегающая технология восстановления деградированных почв [Текст] / О. А. Захарова. – Рязань : РГАТУ, 2004. – 262 с.

6.Мусаев, Ф. А. Современный и ретроспективный анализ состояния ландшафтов Рязанской области [Текст] / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 257 с.

7.Кой, К. Агрономическая эффективность промышленной (голландской) технологии возделывания картофеля [Текст] / К. Кой, А.В. Шуравилин, О.А. Захарова // Картофель и овощи. - 2018. - № 1. - С. 26-28.

8. International engagement of Russian federation in the field of disaster risk reduction / Gurina R.R., Plyushchikov V.V., Poddubsky A.A., Kucher D.E. // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) Volume 10, Issue 02, February 2019, pp. 1942–1948.

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

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

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

SANDING AS A TECHNIQUE TO IMPROVE THE PROPERTIES OF DEGRADED PEAT SOIL WHILE REGULATING THE GROUNDWATER LEVEL BY SLUICING

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

Kucher Dmitriy E., *PhD of Technical Sciences, Associate Professor of Agrarian and Technological Institute, People's Friendship University of Russia (RUDN), dmitr004@gmail.com*

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

Musaev, Farrukh A., *Doctor of Agricultural Science, Professor, FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", musaev@rgatu.ru*

The results of many years of original research based on soil-ecological monitoring showed the development of degradation processes of previously drained peat soils of the Ryazan Meshchera. Structural amelioration (sanding) of peat soils has some positive effect. The aim of the research was to study the properties of the dried peat soil at reclamation site Tinki-II in the settlement of Polkovo, Ryazan District of Ryazan Region, as a result of sanding. The most common type of German mixed-layer sanding was used in investigations. The methodology was based on the principle of comparing the state of dried peat soil before and after sanding. The experiment included options for a two-factor field micro-plot experiment under conditions of sluicing when GWL was lowered at a site up to 90 and 120 cm: the control was without sanding and maintaining two GWL up to 90 cm and 120 cm with sluicing, making sand doses of 800 t / ha, 1,200 and 2,000 t / ha. The technique was generally accepted. Potato variety Almera was grown according to the classical technology for the region. The size of each plot was 2.5 by 3.0 m. The total area of the plot was 7.5 m^2, and the record area was 3 m^2. The allocation of plots was systematic. The replication in the experiment was six-fold. By particle size, the sand was loose, fine-grained. The content of less than 0.01 mm fractions was 4.3%, the rest consists of particles from 0.25 to 0.05 mm, the pH of the salt extract was 5.7. Mineral fertilizers were applied in the experiment in small quantities: ammonium nitrate - 180 g, superphosphate - 185 g and potassium sulfate - 260 g. The water supply was atmospheric-ground. Variant 2 was more effective - sanding with a dose of 1200 t / ha for sluicing and maintaining GWL = 90 cm, as evidenced by improved water-physical properties of the soil: the total porosity increased by 5%; the total water capacity decreased from 270 to 70%, that was almost 4 times; the soil temperature increased, which had some favorable effect on the germination of tubers and their subsequent development; the content of nitrate nitrogen in the soil decreased by half, which made it possible to reduce the concentration of nitrates in tubers to 62 mg / kg, which was significantly lower than permissible values; the potato yield increase was 44% and the conditionally net income in the experiment was 22 thousand rubles for three years.

Key words*: peat soil, degradation, sluicing, sanding, yield, potato.*

Literatura

1. Batrakov, A.S. Izmeneniya morfologicheskih i fizicheskih svojstv osushennyh torfyanyh pochv pod vliyaniem raznyh vidov peskovaniya, ocenka ih vozmozhnoj degradacii [Elektronnyj resurs]: Diss. na soisk. uch.st. k.b.n. – po spec. 06.01.03 - Agropochvovedenie, agrofizika. – M., 2006. – 125 s. Rezhim dostupa: http://www.dissercat.com/content/izmeneniya-morfologicheskikh-i-fizicheskikh-svoistv-osushennykh-torfyanykh-pochv-pod-vliyani#ixzz5dPCvCUmQ Data obrashcheniya 22.01.2019.

2.Borovikov, V.P. Statistica: iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere [Tekst] / V.P. Borovikov. – Spb.: Piter, 2001. – 656 s.

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

4.Zaharova, O.A. Mikrobocenoz pochvy pri raznyh urovnyah antropogennogo vozdejstviya [Tekst] / O.A. Zaharova, L.V. Kirejcheva, YU.A. Mazhajskij. – Ryazan', RGATU, 2004. – 159 s.

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

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

7.Koj, K. Agronomicheskaya effektivnost' promyshlennoj (gollandskoj) tekhnologii vozdelyvaniya kartofelya [Tekst] / K. Koj, A.V. SHuravilin, O.A. Zaharova // Kartofel' i ovoshchi. 2018. - № 1. - S. 26-28.

8.Gurina R.R., Plyushchikov V.V., Poddubsky A.A., Kucher D.E. International engagement of Russian federation in the field of disaster risk reduction // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) Volume 10, Issue 02, February 2019, pp. 1942–1948.

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

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

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

УДК 632.937.155

ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ RHIZOCTONIA SOLANI, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РИЗОСФЕРЫ РАСТЕНИЙ ПЕРЦА

НГУЕН ВАН ЖАНГ, *канд. с.-х. наук, преподаватель кафедры микробиологической биотехнологии, nvgiang@vnua.edu.vn*

ДАО ТЬИ ОАНЬ, *магистр кафедры микробиологической биотехнологии, daothioanh181096@gmail.com*

НГУЕН ТХАНЬ ХАЙ, *канд. биол. наук, преподаватель кафедры биотехнологии растений, nthaicnsh@vnua.edu.vn*

Вьетнамский национальный аграрный университет, Вьетнам, г. Ханой

КАЛАШНИКОВА Елена Анатольевна, *д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, kalash0407@mail.ru*

Перец овощной (Capsicum annuum L.) является одной из основных возделываемых культур Вьетнама в связи с широким его использованием в пищевой промышленности в качестве приправы. Это делает данное растение важной сельскохозяйственной культурой, которая приносит значительный доход вьетнамским фермерам. Однако на плантациях перца часто наблюдается появление и развитие болезни ризоктониоз, которую вызывает патогенный гриб Rhizoctonia solani, а также наблюдается бактериальное увядание, вызываемое бактерией Ralstonia solanacearum. Поражение ризоктониозом, одной из самых вредных болезней перца, может наблюдаться в любой фазе развития растений. Известно, что ризобактерии способны не только стимулировать рост растений, но и подавлять развитие болезней. Цель данной работы – выделение из ризосферы растений перцев бактерий, ингибирующих развитие Rhizoctonia solani и оценка in vitro их фосфатрастворяющей активности и секреции сидерофора. Из различных почвенных образцов, отобранных с полей коммун Ан Хань, Ан Нинь, Кунь Ми, района Кунь Фу, провинции Тхай Бинь, выделено 48 штаммов бактерий, из которых были отобраны 5 штаммов (AT 16; VK 4.7; VK 4.8; VK 4.12; VK 4.13), обладающих высокой ингибирующей активностью по отношению к Rhizoctonia solani, которая составила 11,11 – 62,22%. Показано, что эти штаммы обладают способностью синтезировать такой фитогормон, как индолилуксусную кислоту (ИУК) (с 9,54 мг/мл до 31,06 мг/мл), растворять труднорастворимые фосфатные соединения и секрецировать сидерофор. Из 5 выделенных штаммов только у штамма AT 16 данные способности выражены более сильно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изученные штаммы обладают хорошим потенциалом для использования их в качестве биологических агентов, контролирующих развитие R. solani на растениях перца.

Ключевые слова: *антагонист, ИУК, фитогормон, фосфатрастворяющая активность, секреция сидерофора, R. solani, Capsicum annuum L.*

Введение

Перец овощной (Capsicum annuum L.) является одной из основных овощных культур Вьетнам в связи с широким его использованием в пищевой промышленности в качестве приправы. Все это делает данное растение важной сельскохозяйственной культурой, которая приносит значительный доход вьетнамским фермерам. По данным Генерального Статистического Оффиса Вьетнама, площадь, занятая под выращивание данной культуры в 2017 году, составила 2000 га, а урожайность достигла 80000 тонн. Однако интенсивное возделывание перца в различных районах Вьетнама приводит к появлению болезней, которые яв-

© Нгуен В. Ж., Дао Т. О., Нгуен Т. Х., Калашникова Е. А., 2019 г.

ляются главной причиной снижения урожайности и качества продукции перца [1]).

На плантациях перца часто наблюдается появление и развитие такой болезни как ризоктониоз, которую вызывает патогенный гриб Rhizoctonia solani, а также наблюдается бактериальное увядание, вызываемое бактерией Ralstonia solanacearum [2]. Поражение ризоктониозом, одной из самых вредных болезней перца, может наблюдаться в любой фазе развития растений. Фитопатоген может приводить к загниванию семян, к появлению корневой гнили, а также пятен на гипокотиле. Эти симптомы чаще всего проявляются на надземных частях проростков в виде отдельных очагов поражения и на корневой системе в виде некротических участков, приводящих к разрушению корней. Что касается взрослых растений, то поражение *Rhizoctonia solani* проявляется в появлении хлоротичных листьев, кроме того, наблюдается полегание растений и излом стебля в местах поражения.

Для борьбы с вредными патогенами, в частности с *Rhizoctonia solani,* как правило, фермеры применяют различные химические препараты [3], однако концентрации их часто превышают рекомендованные. Все это приводит к накоплению фунгицидов и пестицидов в продуктах, тем самым увеличивая их себестоимость. Кроме того, применение химических средств защиты растений оказывает негативное воздействие на окружающую среду [4]. Поэтому в настоящее время наметилась тенденция замены химических препаратов на препараты биологической природы. Применение антагонистических микроорганизмов в борьбе с ризоктониозом *(Rhizoctonia solani)* является одним из перспективных и эффективных методов контроля болезни [3, 5]. Исходя из вышеизложенного, цель данной работы – выделение из ризосферы растений перцев бактерий, ингибирующих развитие *Rhizoctonia solani* и оценка i*n vitro* их фосфатрастворяющей активности и секреции сидерофора.

Материал и методы исследований

Объектом исследования служил патогенный гриб Rhizoctonia solani, чистая культура которого была любезно предоставлена руководителем фитопатологической лаборатории агрономического факультета Вьетнамского национального сельскохозяйственого университета, кандидатом селькохозяйственных наук Нгуен Ван Вьен.

Бактерия Ralstonia solanacearum была выделена из различных почвенных образцов, отобранных с полей коммун Ан Хань, Ан Нинь, Кунь Ми, района Кунь Фу, провинции Тхай Бинь Вьетнама. Образцы почвы отбирали из участков, окружающих корневую систему растений перца, на глубине 5-20 см и помещали в стерильные полиэтиленовые мешки [6]. Далее из образцов готовили водные вытяжки (15 г почвы на 90 мл дистиллированной стерильной воды), которые помещали на качалку и культивировали в течение двух часов. После этого проводили десятикратные разведения до концентрации раствора 10^{-6}. Разбавление осуществляли в условиях ламинар-бокса. Из полученных суспензий брали по 1 мл раствора и переносили в чашки Петри. В качестве питательной среды использовали картофельно-глюкозный агар (PDA). Каждое разведение высевали в четырехкратной повторности. Чашки Петри инкубировали в термостате в течение двух суток при температуре 30° С. После этого сформировавшиеся отдельные колонии изолировали из среды и проверяли их ингибирующее действие на *Rhizoctonia solani.* Исследования проводили по методике, предложенной *Wahyudi* (2011) [7]. Антагонистическую активность штаммов определяли по формуле *Mojica-Marín* (2008) [1]:

I= (R- r)/R * 100%, где

I – ингибиторная активность;

R – радиус мицелия гриба в контрольном варианте (без высева ризобактерий);

r – радиус мицелия гриба в опытном варианте (с высевом ризобактерий).

ИУК определяли из выделенных штаммов по методике *Patten* и *Glick* (2002) [8]. Калибровочную кривую для определения ИУК строили на основе содержания данного гормона в тестированном растворе. Концентрация ИУК в этих растворах составляла: 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70 и 80 мг/мл. Исследуемые бактериальные штаммы выращивали в жидкой питательной реде Луриа-Бертани с добавлением 100 мг/л L-триптофана на качалке, при скорости ее вращения 200 об/мин. После 96 часов инкубации культуральную жидкость центрифугировали в течение 10 минут при температуре 4° С и скорости вращения 5500 об/мин. Затем 1 мл супернатанта энергично перемешивали с 4 мл реагента Салковского (150 мл концентрированной H_2SO_4, 250 мл дистиллированной H_2O; 7,5 мл 0,5 М $FeCl_3 \cdot 6H_2O$) [9] и оставляли в стационарном положении на 20 мин при комнатной температуре до измерения на спектрофотометре. Поглощение определяли при длине волны 530 нм. Концентрацию ИУК в каждой пробе (варианте) определяли путем сравнения со стандартной калибровочной кривой.

Определение фосфатрастворяющей активности исследуемых штаммов проводили с помощью двух методов: 1) по образованию зоны просветления вокруг колоний на агаре, содержащем нерастворимый фосфат, 2) по накоплению фосфата в растворе при культивировании штаммов. Исследования проводили по методике Murphy и Riley (1962) [10]. Отдельные колонии выделенного штамма культивировали в 100 мл жидкой питательной среды NBRIP (глюкоза – 10; Ca_3PO_4 – 5; $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ – 5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,25; KCl – 0,2; $(NH_4)_2SO_4$ – 0,1; агар 2%), в колбах Erlenmeyer при температуре 28 ± 2^0 С, в течение 72 часов на качалке со скоростью вращения 180 об/мин. После этого из каждой колбы брали по 20 мл среды, содержащей колонии и осуществляли ее центрифугирование при 13000 об/мин в течение 10 мин. Полученный осадок использовали в качестве супернатанта, у которого определяли содержание растворимого фосфора и активность фосфатазы с помощью молибдат-

ного синего (Mo-blue). Концентрацию PO_4^{3-} определяли с помощью стандартной кривой, построенной из чистого раствора дигидрофосфат калия (KH_2PO_4): 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 мг PO_4^{3-}/мл.

Качественный анализ продукции сидерофоров был проведен с использованием раствора хромеазурола *(ChromeazurolS medium (CAS-medium))* [11]. Каждый изолят высевали на поверхность агаризованной среды CAS и инкубировали при комнатной температуре в течение 1-3 суток. Секреция сидерофора была отмечена оранжевыми зонами вокруг колоний после инкубаций.

Для идентификации бактериального штамма AT 16 было проведено секвенирование нуклеотидной последовательности гена 16SrRNA с применением праймера 27F(5'AGAGTTTGATTCMTGGCTCAG 3'). ПЦР-анализ осуществляли в лаборатории Молекулярной биологии Института Сельскохозяйственной генетики (Вьетнам, Ханой). Полученная нуклеотидная последовательность гена 16SrRNA штамма AT16 была сравнена с нуклеотидной последовательностью 16SrRNA в генбанке.

Результаты исследований

Из почвенных образцов ризосферы растений перца было выделено 48 штаммов бактерий, которые были проверены на антагонистическую активность по отношению к *Rhizoctonia solani.* В результате проведенных исследований нами установлено, что только 5 штаммов бактерий (VK 4.7, VK 4.8, VK 4.12, VK 4.13, AT 16) проявили ярко выраженную ингибирующую активность к фитопатогену (рис. 1, табл. 1).

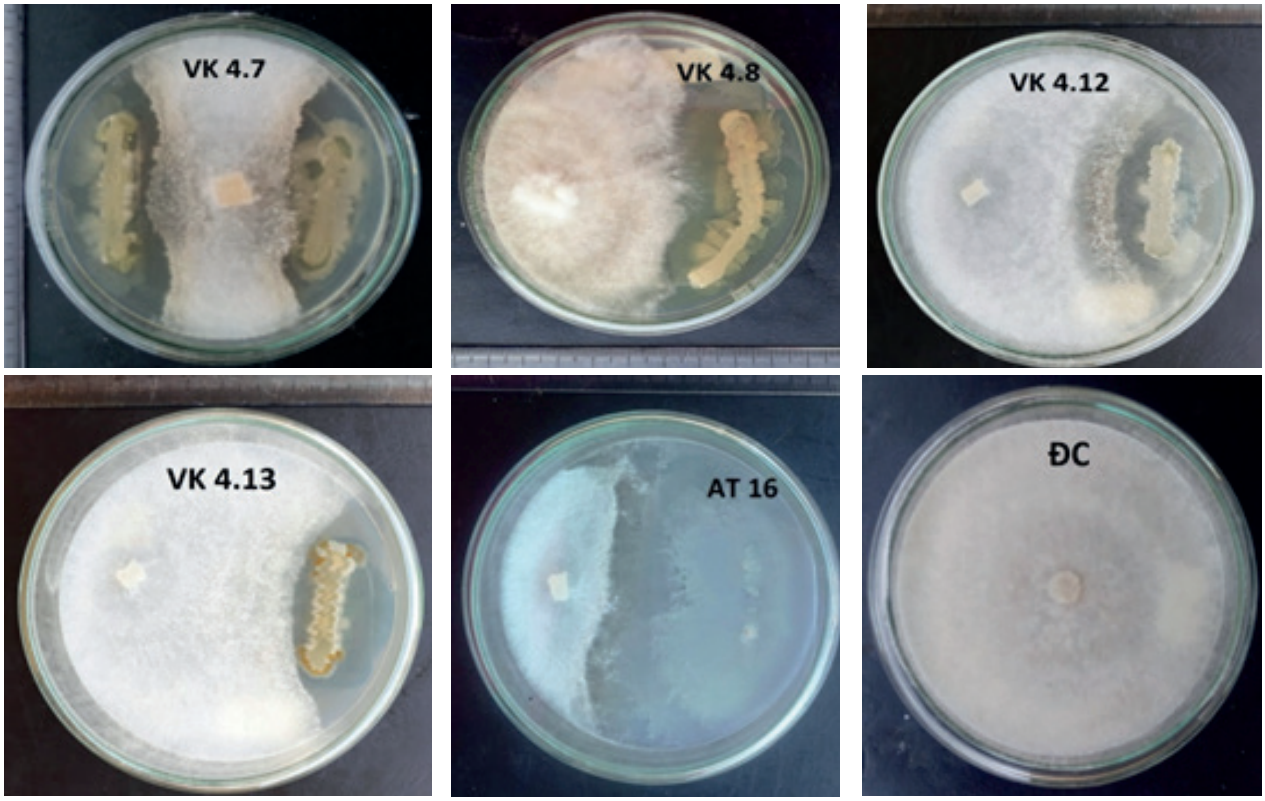


Рис. 1 – Результаты скрининга бактерий- антагонистов *Rhizoctonia solani* после 7 суток культивирования

Таблица 1 – Антагонистическая *R. solani* эффективность выделенных бактериальных штаммов

Штаммы	Антагонистическая *R. solani* эффективность		
	R (mm)	r (mm)	I (%)
VK 4.7	45	20	55.55
VK 4.8	45	35	22.22
VK 4.12	45	36	20.00
VK 4.13	45	40	11.11
AT 16	45	17	62.22

Установлено, что исследуемее 5 штаммов бактерий обладают различным антагонистическим эффектом. Так, при использовании штамма AT 16 наблюдали максимальное ингибирование роста мицелия фитопатогена *R. solani.* Индекс ингибиторной активности (I) в этом варианте со-

ставил 66,22%. Чуть меньшей активностью обладал штамм VK 4.7 (I = 55,55%). При использовании штамма VK 4.13 индекс ингибиторной активности был самым наименьшим и его величина не превышала 11,11%. Что касается штаммов VK 4.8 и VK 4.12, то антагонистический эффект был также слабо выражен и учитываемый показатель составили 22,22 и 20,0%, соответственно.

Наши данные согласуются с результатами других исследователей. Так, например, *Malhotra* и его коллеги в 2013 году выделили два штамма *Pseudomonas fluorescens*, которые проявляли сильную ингибиторную активность по отношению к фитопатогену *R. solani.* Значение I этих штаммов составило 62,22% и 73,33% [12]. *Mojica-Marín* со своими соавторами сообщили о выделении 16 штаммов *Bacillus thuringiensis,* которые обладали в той или иной степени антагонистическим эффектом *R. solani.* Для выделенных штаммов индекс ингибирования находился в пределах от 34, 44% до 66,66% [1]. Исследования *Abuzar* (2013) [13] показали, что выделенные бактериальные штаммы *Pseudomonas aeruginosa* из ризосферы растений перца проявляли противогрибную активность по отношению к *R.solani m*олько на 19,6-28,3%, в то время как *Srividya* с соавторами (2012) установили ингибиторную активность 9 штаммов *Streptomyces sp. к Rhizoctonia solani* на уровне 35,7% [14]. Анализируя наши данные и сопоставляя их с результатами других авторов, можно заключить, что выделенные штаммы *Ralstonia solanacearum* обладают высокой ингибирующей активностью по отношению *к R.solani.*

По мнению многих исследователей, бактерии, выделенные из ризосферы растений, способны синтезировать различные вещества, обладающие противогрибной активностью или ростостимулирующей активностью, например, на прорастание семян [1, 8, 13]. Известно, что не только растения, но и бактерии способны синтезировать такой гормон, как индолил-3-уксусную кислоту (ИУК). Этот ауксин стимулирует выход протонов в клеточную стенку и увеличивает ее растяжимость. Кроме того, ауксины, в некоторых случаях, стимулируют деление клеток и их последующую дифференцировку. Все это увеличивает интерес исследователей к поиску ИУК в различных штаммах бактерий.

В наших исследованиях анализу подвергались ранее выделенные 5 штаммов бактерий *Ralstonia solanacearum.* Исследования проводили по методике *Patten* и *Glick* (2002) [8]. Известно, что если бактериальный штамм синтезирует ИУК, то его культуральная жидкость приобретает розовый цвет (рис. 2). Концентрацию ИУК рассчитывают по оптической плотности раствора, измеряя его на спектрофотометре при длине волны 530 нм.

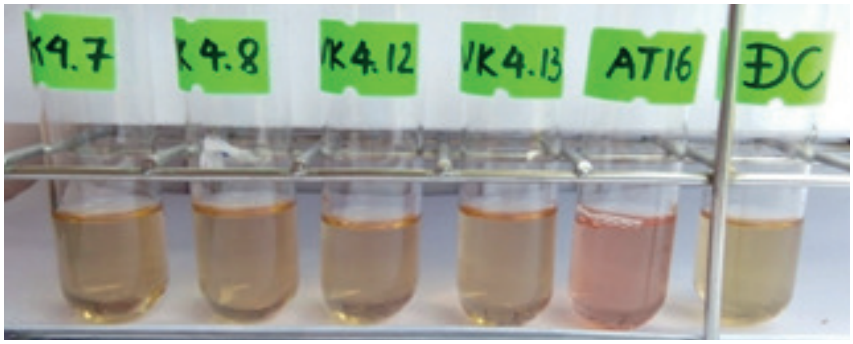


Рис. 2 – Культуральная жидкость исследуемых штаммов бактерий перед определением оптической плотности раствора, ÐC – Контроль

Полученные результаты по оптической плотности (OD) культуральной жидкости штаммов бактерий были вставлены в уравнение калибровочной кривой y = 0,0079x + 0,0046, где y – значение OD, x – рассчитанная концентрация ИУК (мг/мл). Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Концентрация ИУК, синтезируемая исследуемыми бактериальными штаммами

Бактериальные штаммы	Значения $OD_{530нм}$	Концентрация ИУК (мг/мл)
VK 4.7	0.083 ± 0.001	9.92 ± 0.10
VK 4.8	0.116 ± 0.001	14.66 ± 0.11
VK 4.12	0.080 ± 0.003	9.54 ± 0.41
VK 4.13	0.096 ± 0.002	11.57 ± 0.20
AT 16	0.250 ± 0.004	31.06 ± 0.52

Экспериментально установлено, что все 5 селективных штаммов были способны синтезировать ИУК, причем ее концентрация в культуральной жидкости этих штаммов была различной. Так, штамм AT 16 синтезировал ИУК в концентрации 31,06 мг/мл, и этот показатель был самым высоким среди всех исследуемых штаммов. Самая низкая концентрация ИУК была у штамма VK 4.12

(9,54 мг/мл). Все это свидетельствует о разных биохимических процессах в изучаемых штаммах бактерии Ralstonia solanacearum, участвующих в синтезе ИУК. В работах разных авторов [13, 14, 15] приведены результаты по выделению ИУК из бактериальной ризосферы растений перца. Авторами показано, что исследуемые штаммы способны синтезировать ИУК, однако концентрация данного гормона была ниже, чем в наших исследованиях. Несмотря на низкое содержания ИУК в бактериях, исследователями была показана активность гормона в стимулировании роста растений перца. Это, прежде всего, связано с тем, что ИУК способствует развитию корневой системы растений, и тем самым усиливается поглощение минеральных элементов из почвенного субстрата [16]. Одним из таких важных элементов для растений является азот. Уже давно предполагается, что фитогормоны координируют такие процессы, как потребность растений в азоте и его поглощение [17]. Следовательно, повышенное содержание азота в растениях может быть связано с увеличением N-поглощения корнями за счет изменения морфологии и активности корневой системы под действием гормонов, в частности, ИУК.

Фосфор является вторым наиболее важным макроэлементом после азота, который необходим растениями для их роста и развития. В почве большинство фосфоросодержающих соединений часто существует в нерастворимой форме, которая не может быть непосредственно использована растениями. Различные почвенные бактерии способны минерализовать и превращать эти соединения в легкоусвояемую форму. Основным механизмом, связанным с минерализацией фосфатов, является кислотообразование. Это происходит за счет образования органической кислоты и синтеза фермента фосфатазы (или фосфоргидролиза) ризобактериями, улучшающими рост растений [16]. Исследователями показана фосфатрастворяющая активность ризобактерий, стимулирующих рост растений [7, 10, 18]. Однако применение этих микроорганизмов в производстве ограничено, потому, что в полевых условиях они могут не всегда эффективно минерализовать труднорастворимые фосфатные соединения. Это связано, вероятно, с их конкуренцией с природной микрофлорой и факторами окружающей среды, которые либо ограничивают размер популяции ризобактерий, либо уменьшают их активность.

В нашей работе все 5 изучаемых штаммов бактерий использовали в исследованиях по определению их фосфатрастворяющей активности и секреции сидерафора. Полученные результаты приведены в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3 – Фосфатрастворяющая активность исследуемых штаммов

Бактериальные штаммы	Концентрация PO_4^{3-} (мг/л)
VK 4.7	2,71 ± 0,01
VK 4.8	9,79 ± 0,02

Продолжение таблицы 3

VK 4.12	1,99 ± 0,06
VK 4.13	3,13 ± 0,01
AT 16	1,21 ±0,02

Из результатов следует, что все изучаемые штаммы бактерий обладают в той или иной степени фосфатрастворяющей активностью. Это подтверждается тем, что в них концентрация PO_4^{3-} находилась в пределах от 1,21 до 9,79 мг/л. Кроме того, нами был проведен качественный анализ сидерофоров по образованию зоны просветления вокруг колоний на агаре (рис. 3).

Сидерофоры (железные носители) представляют собой небольшие железисто-ионные хелатообразующие агенты, продуцируемые бактериями и грибами, которые живут в условиях низкого содержания железа. Эти микрооргагнизмы способны поглощать железо из окружающей среды и накапливать его в своих клетках. Сидерофор-продуцирующие ризобактерии играют важную роль в стимуляции роста растений.

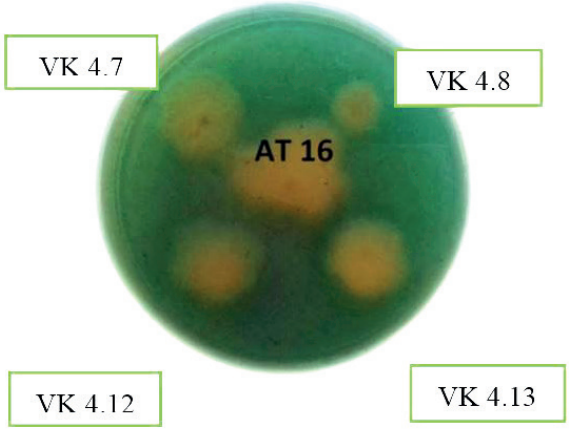


Рис. 3 – Сидерофор-продуцирующая активность исследуемых штаммов

Наши исследования показали, что все 5 штаммов бактерий привели к образованию зоны просветления агара вокруг колоний. Причем в вариантах с применением штамма AT 16 наблюдалось образование максимальной по диаметру оранжевой зоны, что согласуется с ранее полученными нами данными о низком содержании железа в данном штамме.

В связи с тем, что среди всех 5 штаммов бактерии Ralstonia solanacearum наибольшую активность проявил штамм AT 16, представляла интерес его идентификация. Было проведено сравнение нуклеотидной последовательности гена 16SrRNA бактериального штамма AT 16 с нуклеотидной последовательностью гена 16SrRNA в генбанке (рис. 4, 5).

Sequence (5'-3') _1418bp:

AGCTATACATGCAAGTCGAGCGAGGCTCTTCGGACCCTAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGCTAGGCA
ACCTGCCTCTCAGACTGGGATAACATAGGGAAACTTATGCTAATACCGGATAGGTTTTTGGATCGCATGATCCGA
AAAGAAAAGATGGCTTCGGCTATCACTGGGAGATGGGCCTGCGGCGCATTAGCTAGTTGGTGGGGTAACGGCC
TACCAAGGCGACGATGCGTAGCCGACCTGAGAGGGTGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGAC
TCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATTTTCCACAATGGACGAAAGTCTGATGGAGCAACGCCGCGTGAACGAT
GAAGGTCTTCGGATTGTAAAGTTCTGTTGTTAGGGACGAATAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGG
TACCTGACGAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCCGG
ATTTATTGGGCGTAAAGCGCGCGCAGGCGGCTATGTAAGTCTGGTGTTAAAGCCCGGGGCTCAACCCCGGTTC
GCATCGGAAACTGTGTAGCTTGAGTGCAGAAGAGGAAAGCGGTATTCCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAG
ATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGGCTTTCTGGTCTGTAACTGACGCTGAGGCGCGAAAGCGTGGGGA
GCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAGGTGTTGGGGGTTTCAATACCCT
CAGTGCCGCAGCTAACGCAATAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGCTCGCAAGAGTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCTTACCAGGTCTTGACA
TCCCGCTGACCGCTCTGGAGACAGAGCTTCCCTTCGGGGCAGCGGTGACAGGTGGTGCATGGTTGTCGTCAG
CTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCTTTAGTTGCCAGCATTCAGTTGG
GCACTCTAGAGAGACTGCCGTCGACAAGACGGAGGAAGGCGGGGATGACGTCAAATCATCATGCCCCTTATGA
CCTGGGCTACACACGTGCTACAATGGTTGGTACAACGGGATGCTACCTCGCGAGAGGACGCCAATCTCTTAAAA
CCAATCTCAGTTCGGATTGTAGGCTGCAACTCGCCTACATGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCAT
GCCGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACACCACGGGAGTTTGCAACACCCGAAGT
CGGTGAGGTAACCGCAAGGAGCCAGCCGCCGAA

Рис 4. – Нуклеотидная последовательность гена 16SrRNA бактериального штамма AT 16

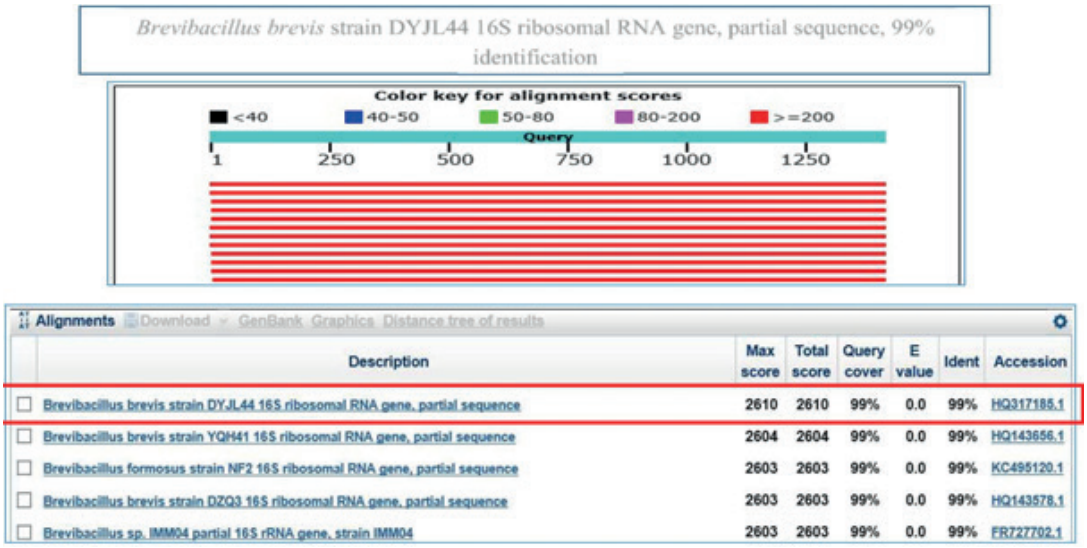


Рис 5 – Результат сравнения последовательности гена 16S rRNA бактериального штамма AT 16 с последовательностью гена 16S rRNA в Genbank

Результаты сравнения свидетельствуют, что штамм AT 16 очень близко относится к *Brevibacillus brevis DYJL44* с процентом сходства 99%. Поэтому штамму AT 16 было дано название *Brevibacillus brevis AT 16.*

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что выделенные бактериальные штаммы AT16; VK 4.7; VK 4.8; VK 4.12; VK 4.13 из перцовой ризосферы эффектино ингибируют *Rhizoctonia solani.* Все 5 выделенных штаммов обладают способностью синтезировать ИУК фитогормон, секретировать сидерофор и растворять труднорастворимые фосфатные соединения. Штамм AT 16 был идентифицирован как *Brevibacillus brevis*

Благодарность: Выражаем глубокую благодарность всем сотрудникам лаборатории кафедры микробиологической биотехнологии Вьетнамского национального сельскохозяйственного университета, а также доценту Нгуен Ван Вьен за предоставленный для работы гриб-патоген *Rhizoctonia solani.*

Список литературы

1. Mojica-Marín V., Luna-Olvera H.A., Sandoval-Coronado C.F., Pereyra-Alférez B., Morales-Ramos L.H., Hernández-Luna C.E., Alvarado-Gomez O.G. Antagonistic activity of selected strains of Bacillus thuringiensis against Rhizoctonia solani of chili pepper // African Journal of Biotechnology. - 2008. - 7(9): 1271-1276.

2. Sanogo S. Chile pepper and the threat of wilt diseases. 2003Online. Plant Health Progress. doi: 10. 1094/ PHP–2003–0430–01RV. https://www.researchgate.net/publication/255609877_Chile_Pepper_and_The_Threat_of_Wilt_.(дата обращения

04. 03.2018).

3. Radwan M. Barakat, Fadel Al-Mahareeq, Mohammed S,. Ali -Shtayeh, Mohammad I. AL- Masri, Biological Control of Rhizoctoniasolani by indigenous Trichoderma spp. isolates from Palestine. // Hebron University Research Journal. - 2007. - Vol.3, - No.1, - pp. 1 – 15.

4. Marinus Ngullie, Loli Daiho. Efficacy of biocontrol agents in controlling Rhizoctoniasolani on naga king chilli (Capsicum chinensejacq.) // J. of Experimental Biology and Agricultural Sciences. -, 2013. - V.1(3).

5. Narasimhan A., Shivakumar S. Biocontrol of Rhizoctoniasolani root rot of chilli by Bacillus subtilis

6. Ramkumar B.N., Nampoothiri K.M, Sheeba U., Jayachandran P., Sreeshma N.S, Sneha S.M, Meenakumari K.S., Sivaprasad P. Exploring Western Ghats microbial diversity for antagonistic microorganisms against fungal phytopathogens of pepper and chickpea // J. BioSci. Biotrchnol. - 2015. - 4(2). – p. 207- 218.

7. Wahyudi A.T., Astuti R.I., Giyanto Screening of Pseudomanas sp. isolated fromrhizosphere of soybean plant as plant growth promotor and biocontrol agent // American Journal of Agricultural and Biological Sciences. - 2011. - 6(1). - p. 134-141.

8. Patten C. L., Glick B. R. Role of Pseudomonas putidaindoleacetic acid in development of the host plant root system // Appl Environ Microbiol. - 2002. - 68 (8): 3795-3801.

9. Gordon S. A., Weber R. P. Colorimetric estimation of indoleacetic acid. // Plant Physiol. - 1951. – 26. – p.192-195.

10. Wang Z., Xu G., Ma P., Lin Y., Yang X., Cao C. Isolation and Characterization of a Phosphorus-Solubilizing Bacterium from Rhizosphere Soils and Its Colonization of Chinese Cabbage (Brassica campestris ssp. chinensis) // Front. Microbiol. – 20178. – p. 1270.

11. Milagres A. M. F., Machuca A., Napoleão D., Detection of siderophore production from several fungi and bacteria by a modification of chrome azurol S (CAS) agar plate assay // Journal of Microbiological Methods. - 1999. – 37. – p. 1-6.

12. Malhotra A., Agarwal T., Trivedi P.C. In vitro efficacy of various fungal and bacterial antagonists against Rhizoctoniasolani, causal agent of damping off disease in Capsicum annuum L., International // Journal of Pharma and Bio Sciences. - 2011. - 2(3). –p. 288-292.

13. Abuzar S. Antagonistic effects of some Fluorescent Pseudomonads straints against root- rot fungi (Rhizoctoniasolani and Fusariumoxysporum) and root knot nematode (Meloidogyne incognita) on chili (Capsicum annum). // World Applied Sciences Journal - 2013. - 27(11). –p. 1455-1460.

14. Srividya S., Adarshana Thapa, Deepika V. Bhat, Kajingailu Golmei, Nilanjan Dey, Streptomyces sp. 9p as effective biocontrol against chillisoilborne fungal phytopathogens // European Journal of Experimental Biology. - 2012. - 2 (1). –p.163-173.

15. Kumar P., Dubey R.C., Maheshwari D.K. Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens // Microbiological Research. - 2012. – 167. - p. 493–499.

16. Carrillo A. E., Li C. Y., Bashan, Y. Increased acidification in the rhizosphere of cactus seedlings induced by Azospirillumbrasilense // Naturwissenschaften. - 2002. - 89, - p.428–432.

17. Kiba T., Kudo T., Kojima M., Sakakibar H.). Hormonal control of nitrogen acquisition: roles of auxin, abscisic acid, and cytokinin // J. Exp. Bot. - 2011. - 62, - p.1399–1409.

18. Islam S., Akanda A. M., Prova A., Islam M. T., Hossain M.M. Isolation and Identification of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from Cucumber Rhizosphere and Their Effect on Plant Growth Promotion and Disease Suppression // Front. Microbiol. - 2016. – 6. –p. 1360.

CHARACTERISTICS OF RHIZOBACTERIA FROM CHILI PEPPER– ANTAGONIST RHIZOCTONIA SOLANI

Nguyen Van Zhang, *associate professor of Microbiological Biotechnology Department, nvgiang@vnua.edu.vn*

Dao Thi Oanh, MSc, *Junior Researcher of Microbiological Biotechnology Department, daothioanh181096@gmail.com.*

Nguyen Thanh Hai,*associate professor of Plant Biotechnology Department, Ph.D., nthaicnsh@vnua.edu.vn*

Vietnam National University of Agriculture, Vietnam, Hanoi

Kalashnikova Elena A. *professor of genetics, biotechnology, plant breeding and seed, Sc.D., professor, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after KA Timiryazev, 127550, Moscow, Russia. Timiryazevskaya, 49, kalash0407@mail.ru*

Peppers or chilli (Capsicum annuum L.) is widely grown in Vietnam because they bring considerable income to farmers. On pepper fields, diseases such as rhizoctonia, Rhizoctoniasolani caused by fungus, bacterial wilt by Ralstoniasolanacearum are often observed. Rhizoctoniasolani causes a wide range of significant diseases such as collar rot, root rot, damping offin horticultural and field crops.The diseases caused by rhizoctonia are one of the most harmful diseases on peppers, can be observed in any phase of plant development. Rhizobacteria that stimulate plant growth can be used to improve plant growth and suppress plant diseases. The purpose of this work is to isolate bacteria from the pepper rhizosphere that inhibit Rhizoctoniasolani and evaluate in vitro their phosphate solubilizing activity and production of siderophore. Of the different soil samples taken from the pepper fields of An Thanh, An Ninh, Quynh My, QuynhPhudistrict, ThaiBinh province,

48 bacterial strains were isolated. Of these, 5 strains (AT16, VK 4.7, VK 4.8, VK 4.12, VK 4.13) expressed as higher inhibitory Rhizoctoniasolani activity were selected. Their inhibitory activity is from 11.11% to 62.22%. These strains have the ability to synthesize phytohormone IAA (from 9.54 µg / ml to 31.06µg / ml), solubilize the phosphate compounds and productsiderophore. Strain AT16 more effective expresses these abilities in comparison with 4 other strains. These results suggest that the selected strains have excellent potential for use as biologically controlled agents of R. solani on pepper plants (Capsicum annuum L.).

Key words: *antagonist, IAA phytohormone, phosphate solubilizing activity, siderophore production, Rhizoctonia solani,chili pepper (Capsicum annuum L.)*

Literatura

1. Mojica-Marín V., Luna-Olvera H.A., Sandoval-Coronado C.F., Pereyra-Alférez B., Morales-Ramos L.H., Hernández-Luna C.E., Alvarado-Gomez O.G. Antagonistic activity of selected strains of Bacillus thuringiensis against Rhizoctonia solani of chili pepper // African Journal of Biotechnology. - 2008. - 7(9): 1271-1276.

2. Sanogo S. Chile pepper and the threat of wilt diseases. 2003Online. Plant Health Progress. doi: 10. 1094/ PHP – 2003 – 0430 – 01 - RV. https://www.researchgate.net/publication/255609877_Chile_Pepper_and_The_Threat_of_Wilt_. (дата обращения 04. 03.2018).

3. Radwan M. Barakat, Fadel Al-Mahareeq, Mohammed S,. Ali -Shtayeh, Mohammad I. AL- Masri, Biological Control of Rhizoctoniasolani by indigenous Trichoderma spp. isolates from Palestine. // Hebron University Research Journal. - 2007. - Vol.3, - No.1, - pp. 1 – 15.

4. Marinus Ngullie, Loli Daiho. Efficacy of biocontrol agents in controlling Rhizoctoniasolani on naga king chilli (Capsicum chinensejacq.) // J. of Experimental Biology and Agricultural Sciences. -, 2013. - V.1(3).

5. Narasimhan A., Shivakumar S. Biocontrol of Rhizoctoniasolani root rot of chilli by Bacillus subtilis

6. Ramkumar B.N., Nampoothiri K.M, Sheeba U., Jayachandran P., Sreeshma N.S, Sneha S.M, Meenakumari K.S., Sivaprasad P. Exploring Western Ghats microbial diversity for antagonistic microorganisms against fungal phytopathogens of pepper and chickpea // J. BioSci. Biotrchnol. - 2015. - 4(2). – p. 207- 218.

7. Wahyudi A.T., Astuti R.I., Giyanto Screening of Pseudomanas sp. isolated fromrhizosphere of soybean plant as plant growth promotor and biocontrol agent // American Journal of Agricultural and Biological Sciences. - 2011. - 6(1). - p. 134-141.

8. Patten C. L., Glick B. R. Role of Pseudomonas putidaindoleacetic acid in development of the host plant root system // Appl Environ Microbiol. - 2002. - 68 (8): 3795-3801.

9. Gordon S. A., Weber R. P. Colorimetric estimation of indoleacetic acid. // Plant Physiol. - 1951. – 26. – p.192-195.

10. Wang Z., Xu G., Ma P., Lin Y., Yang X., Cao C. Isolation and Characterization of a Phosphorus-Solubilizing Bacterium from Rhizosphere Soils and Its Colonization of Chinese Cabbage (Brassica campestris ssp. chinensis) // Front. Microbiol. – 20178. – p. 1270.

11. Milagres A. M. F., Machuca A., Napoleão D., Detection of siderophore production from several fungi and bacteria by a modification of chrome azurol S (CAS) agar plate assay // Journal of Microbiological Methods. - 1999. – 37. – p. 1-6.

12. Malhotra A., Agarwal T., Trivedi P.C. In vitro efficacy of various fungal and bacterial antagonists against Rhizoctoniasolani, causal agent of damping off disease in Capsicum annuum L., International // Journal of Pharma and Bio Sciences. - 2011. - 2(3). –p. 288-292.

13. Abuzar S. Antagonistic effects of some Fluorescent Pseudomonads straints against root- rot fungi (Rhizoctoniasolani and Fusariumoxysporum) and root knot nematode (Meloidogyne incognita) on chili (Capsicum annum). // World Applied Sciences Journal - 2013. - 27(11). –p. 1455-1460.

14. Srividya S., Adarshana Thapa, Deepika V. Bhat, Kajingailu Golmei, Nilanjan Dey, Streptomyces sp. 9p as effective biocontrol against chillisoilborne fungal phytopathogens // European Journal of Experimental Biology. - 2012. - 2 (1). –p.163-173.

15. Kumar P., Dubey R.C., Maheshwari D.K. Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens // Microbiological Research. - 2012. – 167. - p. 493–499.

16. Carrillo A. E., Li C. Y., Bashan, Y. Increased acidification in the rhizosphere of cactus seedlings induced by Azospirillumbrasilense // Naturwissenschaften. - 2002. - 89, - p.428–432.

17. Kiba T., Kudo T., Kojima M., Sakakibar H.). Hormonal control of nitrogen acquisition: roles of auxin, abscisic acid, and cytokinin // J. Exp. Bot. - 2011. - 62, - p.1399–1409.

18. Islam S., Akanda A. M., Prova A., Islam M. T., Hossain M.M. Isolation and Identification of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from Cucumber Rhizosphere and Their Effect on Plant Growth Promotion and Disease Suppression // Front. Microbiol. - 2016. – 6. –p. 1360.

УДК 636.2.082.12:575.113.2:636.234.1

ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В СВЯЗИ С УРОВНЕМ ГОМОЗИГОТНОСТИ ПО STR-МАРКЕРАМ

НЕДАШКОВСКИЙ Игорь Сергеевич, *мл. научн. сотр. отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, nedashkovsky_is@mail.ru*

КОСТЮНИНА Ольга Васильевна, *д-р биол. наук, вед. научн. сотр., руководитель лаборатории молекулярных основ селекции, kostolan@yandex.ru*

ВОЛКОВА Валерия Владимировна, *канд. биол. наук, ст. научн. сотр. лаборатории молекулярных основ селекции, moonlit_elf@mail.ru*

ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

ЕРМИЛОВ Александр Николаевич, *д-р с.-х. наук, профессор, первый заместитель генерального директора, ОАО «Московское» по племенной работе», mos-bulls@mail.ru*

СЕРМЯГИН Александр Александрович, *канд. с.-х.н., вед. научн. сотр., руководитель отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, alex_sermyagin85@mail.ru*

На примере популяции голштинизированного черно-пестрого и голштинского скота, а именно быков-производителей, используемых на территории Московской области, было проведено ретроспективное исследование, направленное на определение уровня гомозиготности по STR-маркерам, с последующей оценкой влияния на основные хозяйственно-полезные качества и племенную ценность животных. Произведен расчет генетических дистанций и индекса фиксации с учетом страны происхождения, породной и линейной принадлежности в исследуемой популяции. При анализе использовали 12 пар микросателлитных локусов, с последующим сокращением до 9 пар для расчета уровня гомозиготности:TGLA227, BM2113, ETH10, SPS115, TGLA122, INRA23, BM1818, ETH225, BM1824. Коэффициенты наследуемости основных показателей продуктивности и воспроизводства были следующими: удой за 305 дней лактации (h^2=0,146), массовая доля жира в молоке (h^2=0,170), выход молочного жира (h^2=0,139), массовая доля белка в молоке (h^2=0,142), выход молочного белка (h^2=0,124), количество дойных дней (h^2=0,030), продолжительность сервис-периода (h^2=0,033) и живая масса животного (h^2=0,102).Построен генетический тренд по удою за 305 дней лактации в разрезе лет 1983-2011гг., отражающий селекционную работу в регионе, выраженную в повышении удоя на 104 кг в среднем за период в 4 года. Отмечен низкий индекс фиксации и значения генетических дистанций между животными с учетом страны их происхождения относительно РФ: Германия (Fst=0,004; Nei=0,021), Голландия (Fst=0,005; Nei=0,025), Дания (Fst=0,007; Nei=0,038), Канада (Fst=0,011; Nei=0,061). Генетические дистанции по Нею и индекс фиксации между породами относительно черно-пестрой голштинской: красно-пестрая голштинская (Fst=0,01; Nei=0,054), черно-пестрая (Fst=0,023; Nei=0,118), холмогорская (Fst=0,125; Nei=0,438). Отмечено отсутствие дивергенции с незначительной дифференциацией линии Силинг Трайджун Рокит 252803 при попарном сравнении между линиями относительно Рефлекшн Совеpинг 198998: Вис Бэк Айдиал 1013415 (Fst=0,002; Nei=0,011), Монтвик Чифтейн 95679 (Fst=0,01; Nei=0,049), Пабст Говернер 882933 (Fst=0,019; Nei=0,105), Силинг Трайджун Рокит 252803 (Fst=0,05; Nei=0,248). Наблюдается увеличение однородности в динамике между группами по годам рождения (1983-2014) от Fst=0,015,Nei=0,081 до Fst=0,05,Nei=0,024.

Ключевые слова: *STR-маркер, гомозиготность, черно-пестрая порода, голштинская порода, оценка племенной ценности, индекс фиксации*

Введение

Молекулярная генетика на сегодняшний день остается в лидерах по самым актуальным и востребованным направлениям в науке. Высокий уровень научного и технологического прогресса не оставил без внимания и такое направление в генетике как подсчет уровня гомозиготности, актуальность которого отражается в многочисленных работах отечественных и зарубежных исследователей [4,10,22]. Подавляющее большинство ученых отмечают негативное влияние инбридинга, особенно высоких степеней, на основные показатели продуктивности, воспроизводства [3,7,8,17,22].

Наиболее распространенными методами расчета уровня гомозиготности, из известных на данный момент, являются методы Пуша-Шапоружа и процентное выражение по Райту-Кисловскому. Однако проведенный А.И. Любимовым сравнительный анализ этих методов определения инбридинга показывает превосходство использования коэффициента инбридинга по Райту-Кисловскому перед методом Пуша-Шапоружа, так как он дает возможность расчета различных степеней родственного разведения в единой системе исчисления, не исключая и комплексный инбридинг, но не является абсолютно совершенным, поскольку наблюдается диссонанс, проявляющийся в идентичности коэффициента инбридинга при различных степенях [12,13].

При рассмотрении вопроса с генетической точки зрения генотипическая оценка животных на

© Недашковский И. С., Костюнина О. В., Волкова В. В., Ермилов А. Н., Семягин А. А., 2019 г.

основе родословных не является комплексной, поскольку не дает возможности контролировать фактическое сходство пробанда с предками, которое возможно при использовании молекулярной генетики [2,5].

Коэффициент инбридинга, рассчитанный по формуле Райта-Кисловского, отражает лишь вероятность перехода части генов в гомозиготное состояние, однако не учитывает такой ключевой аспект, как уровень гомозиготности самого предка, последующее поколение которого было использовано в близкородственных спариваниях, направленных на повышение генетического сходства с ним. В связи с этим оценка эффективности систем разведения животных с использованием молекулярно-генетических маркеров представляет значительный интерес для практического применения, поскольку микросателлитные локусы являются прекрасным инструментом для определения степени гетерогенности животных [16].

Определение гомозиготности посредством STR-маркеров относительно “молодой” метод, который впервые был описан зарубежными учеными [18,21].

Основной задачей нашего исследования являлось определение уровня гомозиготности по микросателлитным маркерам, рекомендованным FAO (Food and agriculture organization) и ISAG (International Society for Animal Genetics), рассчитанного по STR-профилям голштинских быков-производителей, используемых в случной сети Московской области. Данный метод отличается от классической модели подсчета инбридинга по родословной и процентному выражению по Райту-Кисловскому и позволяет снизить ошибки и неточности в родословной животных, допущенные при формировании баз данных первичного племенного учета, а также ускорить получение результатов исследования.

Цель работы – изучить влияние уровня гомозиготности быков-производителей голштинизированной черно-пестрой и голштинской пород, рассчитанного по STR-маркерам, на основные наследуемые хозяйственно-полезные качества коров-дочерей, а также на оценки племенной ценности производителей.

Материалы и методы

Исследования проведены на основе баз данных племенного учета 63 хозяйств Подмосковья (АРМ «СЕЛЭКС. Молочный скот»), представленных РИСЦ «Мосплеминформ». Объектом исследования служили быки-производители (n=473), прошедшие процедуру генотипирования по микросателлитам. Расчет племенной ценности проводился для 228 быков, прошедших оценку по качеству потомства, с числом дочерей-первотелок 80849 голов, лактировавших в период 1993-2016 гг.

Согласно методологии BLUP использовано следующее уравнение смешанной модели в исследуемой популяции скота для получения прогноза оценок племенной ценности (EBV, Estimated Breeding Value) животных:

$$Y_{ijk=}\ \mu + HYS_i + \sum_k b_1 A_k + \sum_k b_2 DO_k + Sire_j + e_{ijk}$$

где: Y_{ijk} – оцениваемый показатель k-ого животного; μ – популяционная константа; HYS_i – фиксированный эффект i-го «стада-года-сезона» отела (i=1, …, 2324 фактора); $b_{1,2}$ – коэффициенты линейной регрессии; A_k – возраст первого отела k-ой первотелки (коварианса); DO_k – продолжительность сервис-периода k-ой первотелки, дочери оцениваемого быка (коварианса); $Sire_j$ – рандомизированный эффект j-го быка-производителя, имеющий нормальное распределение с вариансой равной $A\sigma_a^2$, где A – аддитивная матрица родства (j=1, …, 228 гол.); e_{ijk}– эффект неучтенных факторов (0, σ_e^2).

Выбранная модель обусловила включение как фиксированного фактора показателей воспроизводства: продолжительности сервис-периода, наравне со стандартными показателями возраста первого отела и «стада-года-сезона» отела.

Выделение геномной ДНК проводили с помощью колонок Nexttec (Nexttec Biotechnologie GmbH, Германия) в соответствии с рекомендациями производителя.

Для подсчета уровня гомозиготности использовались 12 микросателлитных локусов: TGLA227, BM2113, TGLA53, ETH10, SPS115, TGLA122, INRA23, TGLA126, BM1818, ETH3, ETH225, BM1824. Продукты амплификации для их последующей детекции подвергались анализу на капиллярном генетическом анализаторе ABI 3131xl (AppliedBiosystems, США). Статистическую обработку данных проводили с помощью программы GenAlEx 6.5 [20].

Непосредственный расчет индивидуальной гомозиготности проводился путем кодирования локусов, находящихся либо в гомозиготном, либо в гетерозиготном состоянии. За 1 принимались значения локусов в гетерозиготном состоянии, за 0 – в гомозиготном (например, BM2113 125/135 = 1; ETH3 219/219 = 0). Итоговый результат выражался как отношение суммы гетерозиготных локусов к количеству пар микросателлитов (12 пар STR). Индивидуальная гомозиготность вычислялась как обратная величина от итогового результата, с учетом принятия исходного животного за единицу, где «1» – полностью гетерозиготный организм, а «0» – полностью аутозиготный. Так как для ряда выборки имелась вероятность в разной точности детекции длин фрагментов аллелей микросателлитов (т.е. неоднозначные результаты приравнивались к нулю), что определенно могло негативным образом отразиться на достоверности разницы между исследуемыми группами, дальнейший анализ проводился по 9 STR-маркерам: TGLA227, BM2113, ETH10, SPS115, TGLA122, INRA23, BM1818, ETH225, BM1824. Далее полученный результат ранжировался на группы с шагом 0,11 ед., или 11% степени гомозиготности, если рассматривать в процентном выражении, и присваивался путем кодирования потомков исследуемых быков. Общая вариабельность составила от 0 до 77%. Группы

5,6,7 были объединены в одну в связи с малым количеством животных в последних.

Были рассчитаны оценки влияния уровня накопления гомозиготности на основные признаки молочной продуктивности и хозяйственно-полезные качества потомства 228 генотипированных быков-производителей, имеющих не менее 50 дочерей [9]. Общая выборка составила 80849 голов, с учетом формирования выборки по животным для создания исследуемой популяции, соответствующей принципу нормального распределения. В исследовании учитывались следующие показатели по первой лактации: возраст первого отела (ВПО, мес.), продолжительность сервис-периода (СП, дн.), удой за 305 дней лактации (У305, кг.), массовая доля жира в молоке (МДЖ, %), выход молочного жира (МЖ, кг.), массовая доля белка в молоке (МДБ, %), выход молочного белка (МБ, кг.), количество дойных дней (ДД, дн.), и живая масса животного (ЖМ, кг.). Произведен расчет индекса фиксации (Fst) и генетических дистанций Нея(Nei) между исследуемыми выборками с учетом страны происхождения, породы и линии быков-производителей.

Анализ вариационных компонентов проводили с помощью программы STATISTICA 10.

Результаты и обсуждение

Результаты дисперсионного анализа показали, что наибольший коэффициент детерминации наблюдался при расчете уровня гомозиготности на основе 9 микросателлитных локусов по таким показателям продуктивности: удой за 305 дней (R^2=0,060; p<0,05) и молочный белок (R^2=0,058; p<0,05).При расчетах по иному количеству STR-маркеров (7, 8, 10, 11 и 12) достоверных зависимостей в связи с уровнем гомозиготности, как для оценок племенной ценности, так и показателей абсолютной продуктивности, не отмечалось.

Увеличение удоя в группах с высоким уровнем гомозиготности опосредованно связано с направленной селекционной работой по этим признакам продуктивности, сужением генеалогической структуры, а также преимущественным формированием родительских пар животных на лидеров популяции. Быки-производители в 5 группе были представлены голштинской породой 2001-2007 годов рождения, страной происхождения которых являлась Германия (табл.1). Неоднородный характер наблюдаемой зависимости является комплексным и объясняется наложением ряда факторов: генетической группы животного (года рождения быка), страны происхождения, структуры селекционной программы в зависимости от популяционной принадлежности. Величина гомозиготности отражает однородность по происхождению на популяционном уровне. Выбор селекционных критериев, которые являются постоянными в работе с рядом поколений предков и далее потомков и в наибольшей мере отражают экономическую целесообразность в разведении животных, также влияет на формирование идентичной по состоянию популяции.

Таблица 1 – Оценка племенной ценности в среднем по популяции при разном уровне гомозиготности в расчете на 9 микросателлитных локусов (n=228)

Уровень гомозиготности (HoLvl)	Оценка племенной ценности быков-производителей (EBV)							
	У305	МДЖ	МЖ	МДБ	МБ	ДД	СП	ЖМ
1 (n=45)0,0-0,1	36,3	-0,012	0,5	-0,003	0,9	1,9	1,2	-1,9
2 (n=53)0,2	92,8	0,000	3,6	-0,007	2,5	0,6	0,6	1,2
3 (n=65)0,3	-74,4	-0,012	-3,6	-0,002	-2,5	-0,6	-0,1	0,5
4 (n=46)0,4	-48,4	0,004	-1,5	0,009	-1,0	-1,2	-0,6	-0,7
5 (n=19)0,5-0,7	26,7	0,057	4,8	0,009	1,7	-1,1	-2,6	1,3

В таблицах 2 и 3 приведены результаты регрессионного анализа для оценок племенной ценности (генетических даных) и абсолютных показателей (фенотипических данных) по основным показателям хозяйственно-полезных качеств животных.

Таблица 2 – Влияние накопления уровня гомозиготности на оценку племенной ценности быков-производителей

Уровень гомозиготности %	Оценка племенной ценности быков-производителей (EBV)							
	У305, кг	МДЖ, %	МЖ, кг	МДБ, %	МБ, кг	ДД, дн.	СП, дн.	ЖМ, кг
1	-2,5	0,001	-0,03	0,000	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
11	-27,3	0,010	-0,3	0,003	-0,6	-0,8	-0,7	0,3
22	-54,6	0,020	-0,7	0,007	-1,1	-1,5	-1,3	0,6
33	-81,8	0,030	-1,0	0,010	-1,7	-2,3	-2,0	0,9
44	-109,1	0,040	-1,3	0,013	-2,2	-3,1	-2,6	1,1
77	-191,0	0,070	-2,3	0,023	-3,9	-5,4	-4,6	2,0

Увеличение на 10% степени гомозиготности связано с уменьшением генетических и фенотипических показателей удоя на -25 и -43 кг за 305 дней лактации, соответственно, снижению выхода количества молочного жира и белка, в т.ч. по EBV, на -0,3…-1,0кг, соответственно, падению живой массы на -1,0кг. Вместе с этим продолжительность сервис-периода и число дойных дней сокращаются на 1-2 дня соответственно.

Исследования, проведенные нами ранее с

использованием классических методов расчета величины инбридинга по Райту-Кисловскому, в целом подтверждают результаты, полученные с использованием генотипирования по микросателлитным локусам [15].

Таблица 3 – Влияние накопления уровня гомозиготности на абсолютные величины основных фенотипических показатели продуктивности дочерей быков

Уровень гомозиготности %	Абсолютные показатели продуктивности дочерей быков								
	У305, кг	МДЖ,%	МЖ, кг	МДБ,%	МБ, кг	ЖМ, кг	ВПО,мес	СП,дн.	ДД,дн.
1	-4,3	0,001	-0,1	-0,0000	-0,1	-0,1	0,01	-0,2	-0,2
11	-47,3	0,011	-1,1	-0,0001	-1,4	-0,8	0,06	-2,2	-1,9
22	-94,6	0,022	-2,2	-0,0002	-2,9	-1,5	0,12	-4,4	-3,7
33	-141,9	0,033	-3,3	-0,0003	-4,3	-2,3	0,18	-6,6	-5,6
44	-189,2	0,044	-4,4	-0,0004	-5,7	-3,1	0,24	-8,8	-7,5
77	-331,1	0,077	-7,7	-0,0006	-10,0	-5,4	0,42	-15,4	-13,1

Для фенотипических значений массовой доли белка были получены неоднозначные результаты, что мы связываем с невысокой изменчивостью признака. Сопоставление генетических и фенотипических показателей указывает на схожие закономерности при анализе уровня гомозиготности, что может быть учтено при использовании в программах разведения породы отдельно как на уровне стада, так и популяции в целом.

Коэффициенты наследуемости по основным хозяйственно-полезным признакам – молочной продуктивности – имели умеренную величину: по удою за 305 дней лактации h^2=0,146, массовой доле белка h^2=0,142 и жира h^2=0,17, а также их количеству, соответственно, h^2=0,124 и h^2=0,139. Генетическая изменчивость по живой массе составила h^2=0,102, количеству дойных дней h^2=0,030, продолжительности сервис-периода h^2=0,033. Стоит заметить, что значительная часть влияния на признаки воспроизводства принадлежит средовым (паратипическим) факторам, нежели генетической природе [14].

Таблица 4 – Генетические дистанции, индекс фиксации, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность между породами, линиями, годами рождения и происхождением быков-производителей

Группа	Nei	Но	Не	Разница Но-Не «+/-» избыток/дефицит гетерозигот	Fst
Страна происхождения					
РФ (n=91)	0,000	0,724±0,038	0,730±0,035	-0,006	0,000
Германия (n=178)	0,021	0,717±0,031	0,721±0,030	-0,004	0,004
Голландия (n=33)	0,025	0,720±0,038	0,705±0,030	0,015	0,005
Дания (n=23)	0,038	0,788±0,045	0,738±0,028	0,050	0,007
Канада (n=148)	0,061	0,718±0,030	0,719±0,033	-0,001	0,011
Порода					
Черно-пестраяголштинская (n=427)	0,000	0,726±0,027	0,729±0,030	-0,003	0,000
Красно-пестрая голштинская (n=34)	0,054	0,708±0,043	0,701±0,039	0,007	0,010
Черно-пестрая (n=11)	0,118	0,705±0,062	0,677±0,042	0,028	0,023
Холмогорская (n=1)	0,438	0,889±0,111	0,444±0,056	0,445	0,125
Генеалогическая линия					
РефлекшнСоверинг 198998 (n=164)	0,000	0,723±0,031	0,724±0,031	-0,001	0,000
Вис БэкАйдиал 1013415 (n=237)	0,011	0,728±0,027	0,728±0,031	0,000	0,002
МонтвикЧифтейн 95679 (n=50)	0,049	0,700±0,040	0,708±0,039	-0,008	0,010
МонтвикЧифтейн 95679 (n=50)	0,049	0,700±0,040	0,708±0,039	-0,008	0,010
ПабстГовернер882933(n=15)	0,105	0,773±0,044	0,716±0,021	0,057	0,019
СилингТрайджунРокит 252803 (n=7)	0,248	0,665±0,072	0,650±0,059	0,015	0,050
Год рождения					
2012-2014 (n=70)	0,000	0,704±0,032	0,709±0,031	-0,005	0,000
2008-2011 (n=129)	0,024	0,720±0,035	0,721±0,032	-0,001	0,005
2003-2007 (n=172)	0,048	0,727±0,024	0,726±0,032	0,001	0,009
1998-2002 (n=71)	0,074	0,752±0,040	0,720±0,032	0,032	0,013
1983-1997 (n=31)	0,081	0,710±0,039	0,710±0,030	0,000	0,015

С целью оценки генетической изменчивости в изучаемой популяции и оценки ее с другими нами был выполнен расчет наблюдаемой степени гетерозиготности, которая по сути является отражением мутационных процессов, различных типов отбора, дрейфа генов, неслучайных спариваний и других факторов динамики популяции [11]. Уровень наблюдаемой гетерозиготности в популяции при частом инбредном скрещивании не отражает степени генетической изменчивости [1]. Поэтому нами был произведен анализ показателя ожидаемой гетерозиготности, который, согласно Животовскому Л.А, отражает уровень аллельного разнообразия в популяции [6].

Незначительный дефицит гетерозигот в группе по происхождению: Россия – 0,6%, Германия – 0,4% и Канада – 0,1%, по всей видимости, является следствием использования ограниченного числа быков с целью закрепления ценных качеств производителей. Для оценки доли межпопуляционной изменчивости в общем генетическом разнообразии нами был проведен расчет индекса Fst. Проведенные расчеты показали, что популяции не отличаются высокой консолидированностью и уникальностью генотипа, за незначительным исключением Канады (Fst=0,011) и по сути генетически близки между собой. Генетические различия между популяциями оценивали по Nei [19].

Расчет генетических дистанций Нея и индекса фиксации между ч/п голштинской и другими породами скота показал отсутствие видовой генетической специфичности, менее 5% или 0,17-0,2 степени генерации, за исключением холмогорской породы (Кузнецов В.М., Райт).Повышение уровня гетерозиготности является следствием достаточно высокого генетического разнообразия внутри породы и использования стратегии разведения в себе, направленной на минимизацию уровня инбридинга.Только в этой из исследуемых пород выявлены достоверные различия 44,5% в уровне наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности. Возможно, это является следствием незначительной по количеству животных выборки.

Отсутствие дивергенции наблюдается и в результатах исследования по основным линиям, на которых базируется вся племенная работа в Московской области. Анализ значений Fst при парном сравнении показывает незначительную дифференциацию (Fst=0,05) линии Силинг Трайджун Рокита 252803 от линии Рефлекшн Соверинга 198998. Значение генетических дистанций, рассчитанных по Нею, полностью подтверждают выводы, сделанные на основании анализа значений Fst.

Анализ генетических дистанций между группами рождения быков-производителей показал отсутствие генетических различий, что говорит об идентичности и однородности исследуемых выборок. Это подтверждается минимальным значением индекса Fst=0,015 между этими группами быков-производителей. Однако при детальном рассмотрении наблюдается изменение индекса фиксации с 0,015 до 0,005 и дистанций Нея с 0,081 до 0,024, что говорит о селекционном процессе, проводимом в регионе в направлении унификации породных особенностей черно-пестрой, холмогорской пород к голштинской популяции скота.

Для визуализации процесса совершенствования молочной продуктивности скота Подмосковья был построен генетический тренд по удою за 305 дней лактации, исходя из имеющейся информации по продуктивности дочерей 228 быков-производителей 1983-2011 годов рождения (рис.).

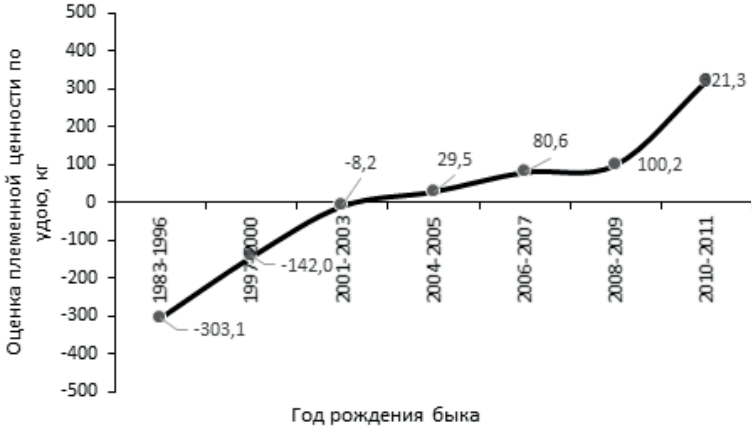


Рис. – Генетический тренд по уровню удоя за стандартную лактацию дочерей-первотелок быков голштинизированной черно-пестрой и голштинской пород в Московской области

За период с 1983 по 2011 г. изменение генетического тренда в популяции составило +624,4 кг молока по удою коров-первотелок за 305 дн. лактации или 4397 кг в абсолютном выражении. Среднегодовое генетическое улучшение сопровождалось ростом +26,0 кг молока, что недостаточно для поуляционного показателя (как минимум в два раза). Достигнутый умеренный уровень генетического тренда, по нашему мнению, связан с использованием неоцененных импортированных быков-производителей на фоне улучшенного кормления скота и технологии соержания в период, начиная с 2000-х гг. XXI века.

Выводы

Наблюдаемая вариабельность оценок племенной ценности в зависимости от уровня гомо-

зиготности говорит о неоднозначном негативном влиянии инбридинга, особенно низких степеней, но в целом полученные результаты наглядно демонстрируют выявленные зависимости. Высокая степень фактической гомозиготности, напротив, оказывает пагубное воздействие на основные показатели молочной продуктивностии воспроизводства. Низкий уровень дивергенции между странами, породами и линиями говорит об однородности и отсутствии ярко выраженных различий на популяционном и породном уровнях управления племенными ресурсами России. Для селекционной работы наиболее важным в настоящий момент является повышение точности оценки племенной ценности быков-производителей, как основного элемента совершенствования молочного скотоводства. Дифференциация животных по стране происхождения и линейной принадлежности необходима только для первичной учетной документации и не может являться основанием для селекционных мероприятий. Остается актуальным вопрос о месте метода подсчета гомозиготности по микросателлитам в ряду известных на данный момент, а также о (пригодности STR-маркеров для определения чистопородности и их количестве в целом для этих целей) необходимости генетического (маркерного) контроля при отборе с дальнейшим подбором родительских пар при ведении селекционно-племенной работы.

Список литературы

1. Айала, Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику / Ф. Айала. - М. : Мир, 1984. - 230 с.
2. Антипов, Г. П. О научной обоснованности метода определения инбридинга / Г. П. Антипов // Зоотехния. - 2003. - № 2. - С. 2-5.
3. Мониторинг генетической ситуации и контроль негативных последствий инбридинга в разведении молочного скота / Н. Г. Букаров, А. А. Новиков, А. И. Хрунова, М. С. Семак [и др.] // Зоотехния. - 2018. - № 6. - С. 2-6.
4. Доцев, А. В. Использование Snp маркеров в качестве инструмента для определения степени инбредности у крупного рогатого скота / А. В. Доцев, А. А. Сермягин, Е. А. Гладырь // Актуальная биология. – 2017. - № 2. - С. 161-164.
5. Ерохин, А. И. Инбридинг и селекция животных / А.И. Ерохин, А.П. Солдатова, А.И. Филатов. - М. : Агропромиздат, 1985.
6. Животовский Л.А. Популяционная биометрия / Л.А. Животовский. - М. : Наука, 1991. – 271 с.
7. Климова, С. П. Влияние степеней инбридинга на молочную продуктивность черно-пестрого голштинизированного скота / С. П. Климова, А. И. Шендаков, Т. А. Шендакова // Вестник ОрелГАУ. - 2012. - №4. - С. 86-89.
8. Кузнецов, В. М. Об ограничении инбридинга в малочисленных популяциях молочного скота / В. М. Кузнецов, Н. В. Валохин // Сельскохозяйственная биология. - 2010. - № 4. - С. 55–58.
9. Кузнецов, В. М. F-статистики Райта: оценка и интерпретация / В. М. Кузнецов // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2014.-№4 - С. 80-109.
10. Кузнецов, В. М. Инбридинг в животноводстве методы оценки и прогноза / В. М. Кузнецов. – Киров : НИИСХ северо-востока, 2000. – 66 с.
11. Левонтин Р. Генетические основы эволюции / Р. Левонтир. - М. : Мир, 1978. – 351 с.
12. Любимов, А. И. Сравнительный анализ различных методов оценки инбридинга / А. И. Любимов, В. М. Юдин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2014. - № 1. - С. 42–45.
13. Любимов, А. И. Влияние различных типов инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров черно-пестрой породы / А. И. Любимов // Аграрный вестник Урала. - 2016. - №5 (147). - С. 56-60.
14 Недашковский, И. С. Влияние уровня гомозиготности по STR-маркерам на показатели хозяйственно-полезных качеств дочерей быков черно-пестрой и голштинской пород / И. С. Недашковский, В. В. Волкова, Е. А. Гладырь // Материалы международной научно-практической конференции современное состояние и перспективы совершенствования симментальской породы. (8-11 октября 2018 г., п. Дубровицы) / ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. – Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2018. - С. 117-123.
15. Недашковский. И. С. Оценка влияния уровня инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинизированной популяции черно-пестрой породы / И. С. Недашковский, А. А. Сермягин, Т. В. Боганова // Молочное и мясное скотоводство. - 2018. - № 7. - С. 17-22.
16. Храброва, Л. А. Инбридинг и степень гомозиготностимикросателлитных локусов у лошадей Орловской рысистой породы / Л. А. Храброва, Н. В. Блохина, А. В. Устьянцева // Сельскохозяйственная биология. - 2014. - №14. - С. 35-41.
17. Bennet G. Cassell. Effect of inbreeding on lifetime performance of dairy cows / Cassell B. G.// Advances in Dairy Technology. - 1999. - vol. 11. - P. 13-23.
18. Cervini M., Henrique-Silva F., Mortari N., Matheucci E.Jr. Genetic variability of 10 microsatellite markers in the characterization of Brazilian Nellore cattle (Bosindicus) / M. Cervini, F. Henrique-Silva, N. Mortari, E. Jr. Matheucci // Genet Mol Biol. - 2006. - vol. 29. - №. 3. - P. 486.
19. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals/ M. Nei // Genetics. - 1978. - vol. 89. - P. 583-590.
20. Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research/ R. Peakall, P.E. Smouse // Mol. Ecol. Notes. - 2006. - № 6. - P. 288-295.
21. Peelman L.J., Mortiaux F., Van Zeveren A., Dansercoer A., Mommens G. Evaluation of the genetic variability of 23 bovine microsatellite markers in four Belgian cattle breeds / L.J. Peelman, F. Mortiaux, A. Van Zeveren, A. Dansercoer, G. Mommens // An.Genet. - 1998. - vol. 29. - P. 161-67.
22. Seykora T. Puring inbreeding in perspective/ T. Seykora // Journal of Dairy Herd Management. - 1987. - vol. 24. - №6. - P.24-27.

ESTIMATION OF THE BREEDING VALUE OF HOLSTEIN SIRE BY THE QUALITY OF OFFSPRING IN CONNECTION WITH THE HOMOSYGITY LEVEL CALCULATEDBY STR-MARKERS

Nedashkovsky Igor S., *postgraduate studen,L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk nedashkovsky_is@mail.ru*

Kostunina Olga V. *Dr. Biol. Sci, head of the laboratory, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry Podolsk kostolan@yandex.ru*

Volkova Valeria V. *Cand. Biol. Sci, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk. moonlit_elf@mail.ru*

Ermilov Alexander N., *Dr Agr. Sci., Professor, deputy general director OAO «Moskovskoe» for breeding work» mos-bulls@mail.ru*

Sermyagin Alexander A. *Cand. Agr. Sci., head of the department, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk alex_sermyagin85@mail.ru*

On the example of the population of Holsteinized black-and-white and Holstein cattle, namely: sire used in the territory of the Moscow region, a retrospective study was conducted aimed at determining the level of homozygosity by STR markers, followed by an assessment of the impact on the main economically useful qualities and breeding value of animals.The calculation of genetic distances and fixation index was made taking into account the country of birth sires, breed and linear affiliation in the studied population. In the analysis, 12 pairs of microsatellite loci were used, followed by reduction to 9 pairsfor calculating homozygosity level: TGLA227, BM2113, ETH10, SPS115, TGLA122, INRA23, BM1818, ETH225, BM1824. The heritability coefficients of the main indicators of productivity and reproduction were: milk yield for 305 days of lactation (h^2 = 0.146), fat percent in milk (h^2 = 0.170), milk fat (h^2 = 0.139), protein percent (h^2 = 0.142), milk protein (h^2 = 0.124), days in milk (h^2 = 0.030), days out (h^2 = 0.033) and live body weight (h^2 = 0.102). A genetic trend for milk yield for 305 days of lactation in the context of the years 1983-2011 was built, reflecting the breeding work in the region, expressed in an increase in milk yield by +104,1 kg. on average for a period of 4 years. A low fixation index and values of genetic distances between animals with regard to their country of birth relative to the Russian Federation were noted: Germany (Fst = 0.004; Nei = 0.021), Holland (Fst = 0.005; Nei = 0.025), Denmark (Fst = 0.007; Nei = 0.038) , Canada (Fst = 0.011; Nei = 0.061). Genetic distances according to Nei and the fixation index between the breeds relative to the black-and-white Holstein: red-and-white Holstein (Fst = 0.01; Nei = 0.054), black-and-white (Fst = 0.023; Nei = 0.118), Kholmogory (Fst = 0.125; Nei = 0.438). No divergence was noted with a slight differentiation of the Sealing TrijunRokit 252803 line with a pairwise comparison between the lines relative to Reflection Sovering 198998: Vis Back Aidial 1013415 (Fst = 0.002; Nei = 0.011), MontvikChiftain 5679 (Fst = 0.01; Nei = 0,049); Pabst Governor 882933 (Fst = 0.019; Nei = 0.105); Sealing Tridegin Rocket 252803 (Fst = 0.05; Nei = 0.248). There is an increase in homogeneity in the dynamics between groups by year of birth (1983-2014) from Fst = 0.015, Nei = 0.081 to Fst = 0.05, Nei = 0.024.

Key words: *STR-marker, homozygosity, Black-and-White breed, Holstein breed, sire, heritability, estimated breeding value, genetic variance, environmental variance, genetic distances,fixation index.*

Literatura

1.Ayala F. Vvedeniye v populyatsionnuyu i evolyutsionnuyu genetiku/ F. Ayala. - M.: Mir. 1984. - 230 p.

2.Antipov G.P. O nauchnoy obosnovannosti metoda opredeleniya inbridinga /G.P. Antipov // Zootekhniya. - 2003. - №2. - P. 2-5.

3.Bukarov N.G. i dr. Monitoring geneticheskoy situatsii i kontrol negativnykh posledstviy inbridinga v razvedenii molochnogo skota / N.G. Bukarov. A.A. Novikov. A.I. Khrunova. M.S. Semak// Zootekhniya. - 2018. - №6. - P. 2-6.

4.Dotsev A.V.. Sermyagin A.A.. Gladyr E.A. Ispolzovaniye Snp markerov v kachestve instrumenta dlya opredeleniya stepeni inbrednosti u krupnogo rogatogo skota / A.V. Dotsev. A.A. Sermyagin. E.A. Gladyr // Aktualnaya biologiya. – Voronezh. 2017. - №2. - P. 161-164.

5.Erokhin A.I. Soldatov A.P. Filatov A.I. Inbriding i selektsiya zhivotnykh / A.I. Erokhin. A.P. Soldatova. A.I. Filatov // M.: Agropromizdat. 1985. - P. 2.

6.Zhivotovskiy L.A. Populyatsionnaya biometriya/ L.A. Zhivotovskiy // M.: Nauka. 1991. - P. 271.

7.Klimova S.P.. Shendakov A.I.. Shendakova T.A. Vliyaniye stepeney inbridinga na molochnuyu produktivnost cherno-pestrogo golshtinizirovannogo skota / S.P. Klimova. A.I. Shendakov. T.A. Shendakova// Vestnik OrelGAU. - 2012. - №4. - P. 86-89.

8.Kuznetsov V.M.. Vakhonina N.V. Ob ogranichenii inbridinga v malochislennykh populyatsiyakh molochnogo skota /V.M. Kuznetsov. N.V.Valokhin // Selskokhozyaystvennaya biologiya. - 2010. - № 4. - P. 55–58.

9.Kuznetsov V.M. F-statistiki Rayta: otsenka i interpretatsiya / V.M. Kuznetsov // Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh. - 2014. - P. 80-109.

10.Kuznetsov V. M. Inbriding v zhivotnovodstve metody otsenki i prognoza / V.M. Kuznetsov // Kirov. NIISKh severo-vostoka. 2000. - P. 66.

11.Levontin R. Geneticheskiye osnovy evolyutsii / R. Levontir // M. Mir. 1978. - P. 351.

12.Lyubimov A.I.. Yudin V.M. Sravnitelnyy analiz razlichnykh metodov otsenki inbridinga / A.I. Lyubimov. V.M. Yudin // Veterinariya. zootekhniya i biotekhnologiya. - 2014. - № 1. - P. 42–45.

13.Lyubimov A. I. Vliyaniye razlichnykh tipov inbridinga na molochnuyu produktivnost i vosproizvoditelnyye kachestva korov cherno-pestroy porody / A.I. Lyubimov // Agrarnyy vestnik Urala. - 2016. - №5(147). - P. 56-60.

14.Nedashkovskiy I.S.. Volkova V.V.. Gladyr E.A. Vliyaniye urovnya gomozigotnosti po STR-markeram na pokazateli khozyaystvenno-poleznykh kachestv docherey bykov cherno-pestroy i golshtinskoy porod / I.S. Nedashkovskiy. V.V. Volkova. E.A. Gladyr // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii sovremennoye sostoyaniye i perspektivy sovershenstvovaniya simmentalskoy porody. - 2018. - P. 117-123.

15.Nedashkovskiy I.S.. Sermyagin A.A.. Bogdanova T.V. Otsenka vliyaniya urovnya inbridinga na molochnuyu produktivnost i vosproizvoditelnyye kachestva korov golshtinizirovannoy populyatsii cherno-pestroy porody / I.S. Nedashkovskiy. A.A. Sermyagin. T.V. Boganova // Molochnoye i myasnoye skotovodstvo. - 2018. - №7. - P. 17-22.

16Khrabrova L.A.. Blokhina N.V.. Ustiantseva A.V. Inbriding i stepen gomozigotnostimikrosatellitnykh lokusov u loshadey Orlovskoy rysistoy porody / L.A. Khrabrova. N.V. Blokhina. A.V. Ustiantseva// Selskokhozyaystvennaya biologiya. - 2014. - №14. - P. 35-41.

17.Bennet G. Cassell. Effect of inbreeding on lifetime performance of dairy cows / Cassell B. G.// Advances in Dairy Technology. - 1999. - vol. 11. - P. 13-23.

18.Cervini M., Henrique-Silva F., Mortari N., Matheucci E.Jr. Genetic variability of 10 microsatellite markers in the characterization of Brazilian Nellore cattle (Bosindicus) / M. Cervini, F. Henrique-Silva, N. Mortari, E. Jr. Matheucci // Genet Mol Biol. - 2006. - vol. 29. - №. 3. - P. 486.

19.Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals/ M. Nei // Genetics. - 1978. - vol. 89. - P. 583-590.

20.Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research/ R. Peakall, P.E. Smouse // Mol. Ecol. Notes. - 2006. - № 6. - P. 288-295.

21.Peelman L.J., Mortiaux F., Van Zeveren A., Dansercoer A., Mommens G. Evaluation of the genetic variability of 23 bovine microsatellite markers in four Belgian cattle breeds / L.J. Peelman, F. Mortiaux, A. Van Zeveren, A. Dansercoer, G. Mommens //An.Genet. - 1998. - vol. 29. - P. 161-67.

22.Seykora T. Puring inbreeding in perspective/ T. Seykora // Journal of Dairy Herd Management. - 1987. - vol. 24. - №6. - P.24-27.

УДК: 636.52/58

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУР-НЕСУШЕК ПРОМЫШЛЕННОГО СТАДА С РАННИМ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДКЛАДКОВОГО РАЦИОНА И ФОРСИРОВАНИЕМ ЛИНЬКИ

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

КАРПОВА Людмила Александровна *аспирант кафедры зоотехнии и биологии, lydwolf@bk.ru*

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

ВАНДЫШЕВ Павел Евгеньевич, *аспирант кафедры зоотехнии и биологии факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, vandyshev@fort-bt.ru*

ШАШУРИНА Елена Александровна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры маркетинга и товароведения факультета экономики и менеджмента, yrury/doronkin@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева

Увеличение сроков использования кур-несушек является актуальной задачей для современного птицеводства. Методом регуляции сроков продуктивного периода кур-несушек является применение форсирования линьки. Для ускорения сроков линьки необходимо стрессировать кур, адаптированных к современным системам производства, обладающих высокими воспроизводительными качествами. Важно, чтобы птице была обеспечена эффективная конверсия питательных веществ и кормовой энергии. Такой птице возможно ускорить сроки естественной линьки с последующим быстрым восстановлением яйценоскости. Сезонная линька у кур происходит вследствие врожденной приспособительной реакции организма к экологическим, физиологическим и производственным факторам. К таковым относятся: изменение кормления и поения птицы, сокращение светового дня, уменьшение

© Нефедова С. А., Карпова Л. А., Коровушкин А. А., Вандышев П. Е., Шашурина Е. А., 2019 г.

освещенности и температуры в птичнике и т.д. Для внедрения в птицеводство методов, позволяющих увеличить сроки использования кур-несушек, предлагается технология их кормления с ранним применением предкладкового рациона и форсированием линьки. Оптимальным режимом эксплуатации кур-несушек при форсировании линьки молодняка является 62-64-недельный возраст при 60%-й интенсивности яйцекладки с учетом 14-недельного возраста молодняка для предкладкового периода. Яичная продуктивность несушки при этом в начале цикла яйцекладки составит в среднем 912 535 шт. и в середине цикла – 920 610 шт. яиц; количество выбраковки – 16%. Сроки эксплуатации кур-несушек с применением принудительной линьки увеличивается на 32 недели. Экономическая эффективность при применении раннего предкладкового рациона с последующим форсированием линьки у кур в возрасте 62-64 недели, следующая: на 1000 яиц – 94 руб.; всего – 448 тыс. руб.

Ключевые слова: *принудительная линька, цикл яйцекладки, стресс-факторы, оптимизация сроков использования кур-несушек, ранний предкладковый рацион.*

Введение

Увеличение сроков использования кур-несушек является актуальной задачей для современного птицеводства. На птицефабриках необходимо внедрять перспективные, эффективные технологии для регуляции жизнедеятельности птицы. Одной из таких технологий является применение форсирования линьки; метод позволяет увеличить продуктивность птицы. Смена перьевого покрова и структурных элементов эпидермиса кожи является неотъемлемой частью в регуляции продуктивности промышленной птицы. Сезонная линька у кур происходит вследствие врожденной приспособительной реакции организма к экологическим и производственным факторам [3]. К таковым относятся: изменение кормления, поения птицы, сокращение светового дня, уменьшение освещенности и температуры в птичнике и т.д. [15]. Птицу «заставляют» линять в конце продуктивного периода, но можно и раньше. Показателем необходимости применения линьки в стаде является снижение интенсивности яйцекладки до порога «экономической безопасности». Вызывают линьку у кур-несушек не только для повышения интенсивности яйцекладки, но и тогда, когда необходимо повысить массу яйца. В основном классические методики по форсированию линьки у кур-несушек промышленного стада отличаются лишь применением периода голодания. Методику форсирования принудительной линьки используют в разных вариантах, это необходимо для формирования в стаде нового цикла яйцекладки, что достигается использованием конкретной технологии производства с учетом особенностей птицы [1]. В программы форсирования линьки для промышленной птицы, кроме голодания, внедряют дополнительные методы, такие как изменение светового и температурного режима содержания, лишение птицы питья на 1-3 дня. Перед планированием линьки птица промышленного стада проходит очень тщательный и жесткий отбор. Выбракованные куры-несушки отправляются на реализацию. Промышленное стадо проходит тщательный и жесткий отбор по требованиям птицефабрики: определенная живая масса тела, экстерьерные и интерьерные показатели, конституция особи, начало естественного процесса линьки и многое другое. У отобранных особей для применения принудительной линьки потеря веса после эксперимента не должна быть более 10-15% от первоначальной массы тела, однородность стада не меньше 90% [7].

Анализ крови играет важную роль во время форсирования линьки у кур-несушек, он позволяет отслеживать состояние птицы и вовремя корректировать процесс. Линька стимулируется гормонами щитовидной железы, функция которой в течение яйцекладки уменьшается под воздействием энзимов яичника [10]. В процессе линьки в организме несушки происходит утилизация и выведение балластных веществ, снижение активности половых желез, приостановка функции репродукции, повышение концентрации соматотропного гормона, приводящее к активации метаболических процессов. Следовательно, границы физиологической адаптации каждой птицы определены генетически. В организме каждой несушки скрываются биологические резервы сохранения репродуктивных качеств в неблагоприятных условиях среды. У птицы появляется достаточное количество строительных белков, необходимых для роста нового оперения [9]. От 55-й до 65-й недели онтогенеза у кур наблюдается износ оперения, что сопровождается увеличением непродуктивных энергетических затрат, начинается возрастная линька. Следствием этого является торможение репродуктивных функций за счет снижения выработки эстрогена, повышения концентрации прогестерона в крови [11]. Между тем, возможность принудительно форсировать сроки линьки позволяет возобновить яйценоскость птицы, начать второй цикл яйцекладки, что экономически эффективно для птицефабрик.

Для ускорения сроков линьки необходимо стрессировать кур, обладающих следующими качествами: естественной способностью к ранней репродукции; генетически закрепленной продуктивностью при продолжительном сохранении этого высокого уровня; обладающих развитой иммунной системой и крепким здоровьем; адаптированных к современным условиям промышленного производства; характеризующихся высокими воспроизводительными свойствами для длительного срока продуктивного использования; способных к производству яиц высокого качества и питательной ценности [2].

Важно, чтобы у кур-несушек была обеспечена эффективная конверсия питательных веществ и кормовой энергии. Такой птице возможно ускорить сроки естественной линьки с последующим быстрым восстановлением яйценоскости [12]. На до-

стижение таких показателей у кур промышленного стада направлены усилия генетиков и селекционеров. Куры кросса Ломанн белый соответствуют указанным критериям, они и были использованы в нашем эксперименте, цель которого – разработка схемы для увеличения сроков использования кур-несушек промышленного стада через форсирование линьки.

К 55-65-й неделе жизни у кур наблюдается значительный износ оперения, это сопровождается увеличением непродуктивных энергозатрат, начинается возрастная линька, следствием этого является торможение репродуктивных функций за счет снижения выработки эстрогена и повышения уровня прогестерона в крови [6].

Принудительная линька позволяет быстро возобновить производительную способность птицы, а также начать второй цикл яйцекладки. Она обеспечивает «дружное» протекание смены оперения почти у всех кур за 6-7 недель [4]. Этологические наблюдения показывают, что длительность линьки у кур-несушек, которых необходимо выбраковывать из стада, протекает в течение 6-8 недель, в то время как годные к продолжению использования в промышленных условиях несушки линяют в течение 2-4-х недель [3]. Оптимальным возрастом, при котором рекомендуется проводить принудительную линьку, является 65-70 недель [12].

Таким образом, задача изучения и внедрения в производство инновационных методов форсирования линьки кур-несушек для увеличения сроков их использования в промышленном стаде является актуальной.

Результаты исследований

На изменение физиологических процессов кур-несушек оказывают влияние следующие факторы: динамика потребления и уровень энергии корма; весовые характеристики птицы; масса яйца; температура в цехах (пониженная – увеличивает потребность в энергии); травмированное оперение (увеличивает потребность в энергии); структура корма (крупная фракция увеличивает, мелкая уменьшает потребление энергетических ресурсов) и т.д. Птица реагирует на недостаточность содержания питательных веществ и компенсирует этот дефицит увеличением количества съеденного корма. Отсюда, для форсирования линьки нами был предложен следующий рацион комбикорма ПК-1-1: пшеница – 24%; ячмень – 16%; кукуруза – 24%; мучка кормовая ячменная – 5%; жмых подсолнечный СП 32% – 12%; мука мясокостная СП 34% – 5,40%; дрожжи кормовые СП 46% – 3%; DL-метионин 98,5% – 0,10%; соль поваренная – 0,140%; монокальцийфосфат – 0,6%; мел кормовой – 9,6%; премикс 398/03 – 0,025%; премикс минеральный 398/03 – 0,060%; витамин В4 60% – 0,075. Показатели качества комбикорма ПК-1-1 для кур-несушек кросса Ломанн белый в предлиньковый период: ОЭ (обменная энергия) птицы 269 ккал/100г; обменная энергия – 252 ккал/100г; сырой протеин – 14,81; линолевая кислота – 2,17%; сырая клетчатка – 4,61%; лизин – 0,58%; метионин – 0,34%.

Анализ эффективности форсирования линьки по показателям развития молодняка в зависимости от возраста начала стимуляции яйцекладки представлен на рисунке 1. В первой части эксперимента использовали 3 группы птиц в возрасте 14, 16 и 17 недель. Требования предкладковой программы были одинаковыми во всех опытных группах. В контрольной группе методику стимуляции яичной продуктивности устанавливали по рекомендациям использования кросса Ломанн белый – с 17-недельного возраста. Молодая птица опытной группы подверглась форсированию линьки в более раннем возрасте: 2-я группа с 14-недельного возраста и 3-я группа – с 16-недельного возраста.

При проведении предкладкового периода одним из этапов является подготовка кормовой базы. На разных этапах развития птицы применяли кормление для молодок согласно требованиям питательности корма, а также увеличения живой массы. На различных фазах роста птицы использовали предкладковый рацион с повышенным в 2 раза содержанием кальция, протеина и аминокислот.

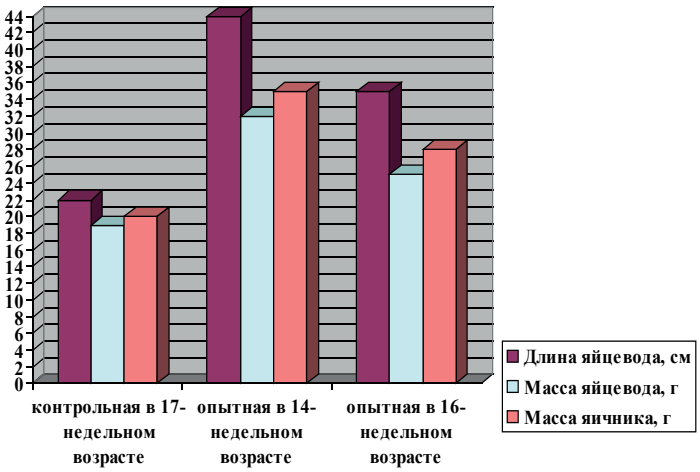


Рис. 1 – Показатели развития молодняка в зависимости от возраста начала стимуляции яйцекладки

Примерно за 10 дней перед планированием начала яйцекладки давали молодкам предкладковый корм. Этот рацион повышает однородность в птичнике благодаря увеличению питательных веществ у поздносозревающей птицы, а у раносозревающей птицы в рацион вводится кальций для производства скорлупы первых яиц. Сырая клетчатка необходима птице для здорового и стабильного пищеварения. Использование в производстве сырой клетчатки благотворно влияет на развитие пищеварительного тракта, величины зоба, а также аппетита у молодок. Особенно в начале производства, когда аппетит у птицы бывает порой недостаточным для удовлетворения потребности в питательных веществах, сырая клетчатка играет положительную роль для молодых несушек. Для кур кросса Ломанн белый в ростовом рационе рекомендуем использовать уровень сырой клетчатки 5-6%. Таким образом, зерновые культуры и побочные продукты их переработки (отруби) или побочные продукты переработки семян масленичных культур (шрот подсолнечника или семян рапса), могут быть использованы в качестве источника сырой клетчатки. Если имеются в наличии другие сырьевые компоненты с богатым содержанием сырой клетчатки, то их можно включать в рацион, но только в таком количестве, чтобы уровень энергии не понижался.

Предкладковый рацион вводится только на короткое время. Данный корм облегчает молодке переход от рациона для развития с невысоким содержанием кальция и питательных веществ к рациону с высоким содержанием этих составляющих, что влечет за собой переход к яйцекладке. Он позволяет избежать часто наблюдаемый на практике спад потребления корма перед началом яйцекладки. Предкладковый рацион зарекомендовал себя как действенное средство для достижения оптимального кормления несушек. Обычно рацион перед началом яйцекладки содержит 2,0-2,5% кальция. Данная концентрация выше, чем в обычном корме для выращивания, но не является достаточным для курицы, начавшей нести яйца.

Вторую часть опыта проводили с применением принудительной линьки, которая является одним из способов продления срока эксплуатации кур. Затраты птицефабрики, связанные с проведением в стаде принудительной линьки, в расчете на одну несушку, значительно ниже, чем при выращивании ремонтных курочек. У принудительно перелинявшей птицы увеличивается масса яиц, повышается их качество и оплата корма. С увеличением продуктивного периода несушек на птицефабрике уменьшаются потребности в ремонтном молодняке и производственных помещениях для его выращивания, возрастает выход товарных яиц. Принудительная линька способствует оздоровлению птицы. Продолжительность формирования яйца у кур составляет 23-24 часа [14]. Куры, подвергнутые на птицефабрике краткосрочному голоданию, раньше начинают нестись, однако интенсивность яйцекладки стада быстрее снижается. Несушки, прошедшие через длительный период голодания и потерявшие 25% и более живой массы, позднее возобновляют яйцекладку, но дольше сохраняют ее интенсивность, качество скорлупы улучшается. Методикой было предусмотрено, что применение принудительной линьки в стаде планировалось при снижении интенсивности яйцекладки до 60% во 2-й группе, что соответствует возрастному периоду 62-64 недели, в 3-й группе форсировали линьку, когда интенсивность яйцекладки снизилась до 50%. Всего использовали 6 230 кур-несушек. При этом общая продолжительность использования кур-несушек неодинаковая (рис. 2).

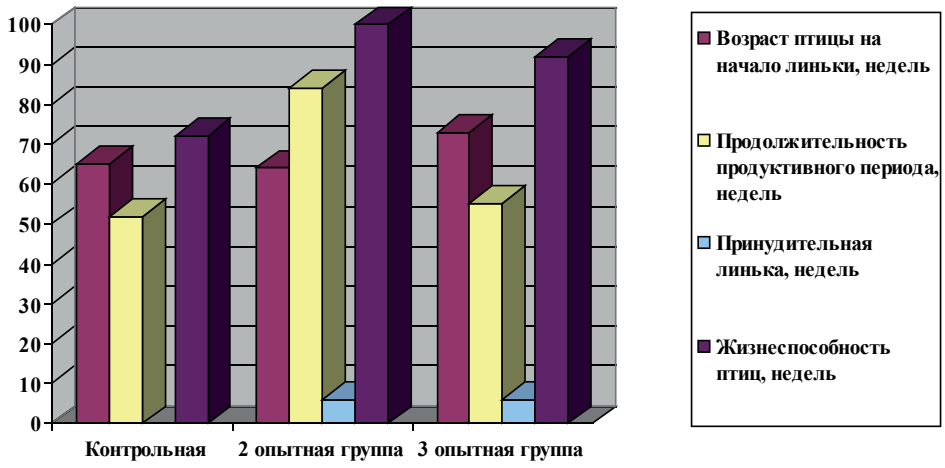


Рис. 2 – Характеристики промышленного стада при применении форсирования принудительной линьки

Продуктивность кур-несушек с применением принудительной линьки во 2-й опытной группе в сравнении с контрольной по сроку эксплуатации птицы составляет плюс 32 недели, в 3-й опытной группе – плюс 3 недели. Количество полученного яйца при использовании методики форсирования принудительной линьки показано в таблице 1.

Таблица 1 – Количество полученного яйца при использовании методики форсирования принудительной линьки

Показатель	Экспериментальные группы кур		
	контрольная	2 опытная группа	3 опытная группа
Поголовье на начало опыта, голов	2 410	2 410	2 410
Всего получено яиц, штук	912 535	940 610*	920 539

Примечание: здесь и далее * – Р ≤ 0,05

Разница в яичной продуктивности в сравнении между 3-й опытной и контрольной группой – 8 004 штук (0,9%), а контрольной и 2-й опытной – 28 075 штук (2,2%). Результаты исследования показывают, что оптимальный возраст кур-несушек для внедрения предкладкового периода – 14 недель. Также лучше применить форсирование принудительной линьки с 64-недельного возраста, при условии, что предкладковый период у этих кур начали в 14 недель.

Для успешного проведения линьки особое внимание уделяется интерьерным маркерам, которые позволяют определять адаптивные качества промышленной птицы; сравнение проводили с показателями физиологической нормы для промышленной птицы (табл. 2).

Таблица 2 – Гематологические показатели кур-несушек на начальном этапе форсирования линьки

группа	Гематологические показатели					
	гемоглобин, г/л		эритроциты, млн/мкл		лейкоциты, тыс/мкл	
	норма по Шаптала И.П.	Экспериментальные показатели	норма по Шаптала И.П.	Экспериментальные показатели	норма по Шаптала И.П.	Экспериментальные показатели
Контрольная	90-120	85,92*	3-14	2,05*	20-40	16,13*
2-я группа		107,74		9,31		26,24
3-я группа		122,9*		15,1*		42,29*

Аппарат крово-лимфообращения обеспечивает доставку питательных веществ к сердцу, органам, тканям, клеткам [6]. В зависимости от общего состояния птицы, ее физиологических показателей формируется яйценоскость [13]. При анализе крови отслеживают состояние птицы, а также предотвращают возникновение очагов воспалительного процесса [5]. Таким образом, гематологические показатели являются крайне необходимыми в проведении аудита здоровья птицы в промышленном стаде. Результаты анализа гематологических показателей кур-несушек промышленного стада во время применения форсирования линьки положительно стабильны.

Исследования показали, что схема предкладкового рациона во взаимосвязи с форсированием линьки дает стабильные результаты по адаптивным показателям кур-несушек к использованию в промышленных условиях производства яиц. Применение оптимального предкладкового рациона, а также использование предлагаемой нами схемы принудительной линьки дает высокую экономическую эффективность птицефабрике, увеличивает сроки эксплуатации и яйценоскость кур-несушек кросса Ломанн белый.

Заключение

Оптимальным режимом эксплуатации кур-несушек при форсировании линьки молодняка является 62-64-недельный период онтогенеза при 60%-ной интенсивности яйцекладки с учетом 14-недельного возраста для предкладкового периода. Яичная продуктивность несушки при этом в начале цикла яйцекладки составляет в среднем 912 535 шт. и в середине цикла – 920 610 шт. яиц; количество выбраковки 16%. Продуктивность кур-несушек с применением принудительной линьки во 2-й опытной группе в сравнении с контрольной по сроку эксплуатации птицы составляет плюс 32 недели, в 3-й опытной группе – плюс 3 недели. Раннее применение предкладкового рациона с форсированием линьки в 14-недельном возрасте (2-я группа) стабилизирует гематологические показатели в рамках нормы для кур-несушек, что указывает на высокий уровень их адаптивных реакций к применению предлагаемой нами методики.

Экономическая эффективность при использовании для кур-несушек предкладкового рациона с форсированием линьки в 14-недельном возрасте, следующая: на 1000 яиц – 94 руб.; всего– 448 тыс. руб.

Список литературы

1. Андрущенко, Н. А. Эффективность разных схем принудительной линьки кур промышленного стада : автореф. дис. … канд. с.-х. наук / Н. А. Андрущенко. – М., 2012. – 18 с.

2. Барнев, В. А. Влияние уровня освещенности внутри клетки на показатели яичной продуктивности кур–несушек / В. А. Барнев // Науч.-про-

изв. опыт в птицеводстве. – 2011. – № 1. – С. 16.

3. К вопросу о методах моделирования комплексной оценки экологической и профессиональной опасности в сельском хозяйстве / Н. Н. Грачев, А. В. Денисов, И. С. Машков, М Э. Денисова // Вестник РГАТУ 2018 - № 2 (38) -С.14-20.

4. Имангулов, Ш. А. Линька мясояичных кур под влиянием содержания кальция в корме и питательной ценностирациона / Ш. А. Имангулов, И. В. Догадаева, А. Ш. Кавтарашвили // Сельскохозяйственная биология. – 2012. - № 6. – С. 86-89.

5. Кавтарашвили, А. Ш. Принудительная линька кур (методические рекомендации) / А. Ш. Кавтарашвили, Ш. А. Имангулов. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2011. – 21 с.

6. Коровушкин, А. А. Генетическая устойчивость крупного рогатого скота черно-пестрой породы к различным заболеваниям в условиях промышленной технологии : автореф. дис. д-р биол. наук: 06.02.01 / А. А. Коровушкин. – Рязань, 2014. – 23 с.

7. Мухортов, О. Ю. О возможности продления срока использования яичных кур промышленного стада. Современные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса России / О. Ю. Мухортов // Материалы межрегиональной дистанционной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, ДонГАУ. – п. Персиановский, 2013. – С. 106-108.

8. Мухортов, О. Ю. Оптимизация сроков использования кур-несушек промышленного стада: дисс. канд. с-х. наук: 06.02.04 / О. Ю. Мухортов. – п. Персиановский, 2014. – 173 с.

9. Адаптация и стрессоустойчивость петухов-доноров, используемых в получении эритроцитарной суспензии для изготовления вакцин / С. А. Нефедова, А. А Коровушкин, П. Е. Вандышев, Л.А. Карпова // Вестник РГАТУ.- 2018.-№3(39).- С 57-62

10. Стремоусов, В. М. Изменение градации желтковых фолликулов яичников кур-несушек в условиях принудительной линьки / В. М. Стремоусов // Биологические основы и технологические методы интенсификации птицеводства. – М. : ТСХА, 2013. – С. 127.

11. Торжков, Н. И. Программный комплекс «Рацион 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных / Н. И. Торжков, Ж. С. Майорова // Международный журнал экспериментального образования – 2015. – № 5 – С. 216-217.

12. Туников, Г. М. Разведение животных с основами частной зоотехники [Текст] / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. – СПб. : Лань , 2016. – 712 с.

13. Туников, Г. М. Разведение животных с основами частной зоотехнии : учебник для вузов / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. – Рязань: Московская полиграфия, 2010. – 712 с.

14. Федоскина, И. В. Особенности анализа спроса на сельскохозяйственную продукцию / И.В. Федоскина, Ю. Кострова // Вестник РГАТУ. - 2009. – № 2.-С 50-51

INCREASE IN TERMS OF UTILIZATION OF LAYING HENS INDUSTRIAL FLOCKS WITH EARLY APPLICATION PREDLAGAEMOGO DIET AND FORCING MOLTING

Nefedova Svetlana A. *professor of the department of animal science and biology, nefedova-s-a@mail.ru*

Karpova Lyudmila A. *post-graduate student lydwolf@bk.ru*

Korovushkin Aleksey A. *professor of the department of animal science and biology, korovuschkin@mail.ru*

Vandyshev Pavel E. *post-graduate student of the Department of animal science and biology of the faculty of veterinary medicine and biotechnology, vandyshev@fort-bt.ru*

Shashurina Elena A. *sciences, associate professor of marketing and commodity studies Department of the faculty of Economics and management, yrury/doronkin@yandex.ru*

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, Ryazan

Increasing the use of laying hens is an urgent task for modern poultry. Method of regulation of the timing of the productive period of the hens is the application of force molting. To speed up the molting time it is necessary to train chickens adapted to modern production systems with high reproductive qualities. It is important that the bird has been provided effective conversion of nutrients and feed energy. Such a bird may accelerate the timing of natural molting, followed by rapid recovery of egg production. Seasonal moulting in chickens occurs as a result of the body's innate adaptive response to environmental, physiological and production factors. These include: change in feeding and watering poultry, reduced daylight, reduced light and temperature in the poultry house, etc. Relevant to introduce poultry farming methods to increase the timing of the use of laying hens. For this purpose, the technology of their feeding with the early use of pre-laying diet and forcing molt. The optimal mode of operation of laying hens when forcing molting young is 62-64-week age at 60 % intensity of oviposition, taking into account the 14-week age of young animals for the pre-laying period. Egg production in the initial and the average hen will, on average, 912 and 920 of eggs; the number of culling – 16 %. At the same time, the dynamics of the service life of laying hens with the use of forced moulting increases by 32 weeks. Economic efficiency, when applied early diet with the subsequent forcing of molting in chickens at the age of 62-64 weeks, the following: per 1,000 eggs – 94 rub.; just 448 thousand rub.

Key words: *forced molting, the egg-laying cycle, stress factors, the optimization of the timing of the use of laying hens , early prekladovy diet.*

Literatura

1. Andrushhenko, N. A. Jeffektivnost' raznyh shem prinuditel'noj lin'ki kur promyshlennogo stada. Avtoref. dis. kand. s.-h. nauk [Tekst] / N. A. Andrushhenko. – M., 2012. – 18 s.

2. Barnev, V. A. Vlijanie urovnja osveshhennosti vnutri kletki na pokazateli jaichnoj produktiv-nosti kur–nesushek [Tekst] / V. A. Barnev. –Nauch.-proizv. opyt v pticevodstve. – 2011. – № 1. – S. 16.

3. Grachev, N. N. K voprosu o metodah modelirovanija kompleksnoj ocenki jekologicheskoj i professional'noj opasnosti v sel'skom hozjajstve / N.N. Grachev, A.V. Denisov, I.S. Mash-kov, M.Je. Denisova. – Vestnik RGATU, № 2 (38).

4. Imangulov, Sh. A. Lin'ka mjasojaichnyh kur pod vlijaniem soderzhanija kal'cija v korme i pita-tel'noj cennostiraciona [Tekst] / Sh. A. Imangulov, I. V. Dogadaeva, A. Sh. Kavtarashvili. – Sel'skohozjajstvennaja biologija. – M., 2012, № 6. – S. 86-89.

5. Kavtarashvili, A. Sh. Prinuditel'naja lin'ka kur (metodicheskie rekomendacii) [Tekst] / Sh. A. Imangulov. VNITIP. – Sergiev Posad, 2011. – 21 s.

6. Korovushkin, A. A. Geneticheskaja ustojchivost' krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj po-rody k razlichnym zabolevanijam v uslovijah promyshlennoj tehnologii: Avtoref. dis. d-r biol. nauk: 06.02.01 [Tekst] / A. A. Korovushkin. – Rjazan', 2014. – 23 s.

7.Muhortov, O. YU. O vozmozhnosti prodleniya sroka ispol'zovaniya yaichnyh kur promyshlenno-go stada. Sovremennye problemy ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Tekst] / O. YU. Muhortov. – Materialy mezhregional'noj distancionnoj nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, DonGAU. – p. Persianovskij, 2013. – S. 106-108.

8.Muhortov, O. YU. Optimizaciya srokov ispol'zovaniya kur-nesushek promyshlennogo stada: diss. kand. s-h. nauk: 06.02.04 [Tekst] / O. YU. Muhortov. – p. Persianovskij, 2014. – 173 s.

9. Nefedova, S. A. Adaptaciya i stressoustojchivost' petuhov-donorov, ispol'zuemyh v poluchenii eritrocitarnoj suspenzii dlya izgotovleniya vakcin / S. A. Nefedova, A. A Korovushkin, P. E. Vandyshev, L.A. Karpova. – Vestnik RGATU, 2018.

10. Stremousov, V. M. Izmenenie gradacii zheltkovyh follikulov yaichnikov kur-nesushek v usloviyah prinuditel'noj lin'ki [Tekst] / V. M. Stremousov. – Biologicheskie osnovy i tekhnologicheskie metody intensifikacii pticevodstva: TSKHA. – M.: 2013. – 127 s.

11. Torzhkov, N. I. Programmnyj kompleks «Racion 2+» dlya sostavleniya i balansirovaniya racionov dlya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh [Tekst] / N. I. Torzhkov, ZH. S. Majorova // Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya – 2015. – № 5-2 – S. 216-217.

12.Tunikov, G. M. Razvedenie zhivotnyh s osnovami chastnoj zootekhniki [Tekst] / G. M. Tunikov, A. A. Korovushkin. – SPb.: izd-vo «Lan'» , 2016. – 712 s.

13. Tunikov, G. M. Razvedenie zhivotnyh s osnovami chastnoj zootekhnii [Tekst] Uchebnik dlya vuzov / G. M. Tunikov, A. A. Korovushkin. – Ryazan': Moskovskaya poligrafiya, 2010. – 712 s.

14. Fedoskina, I.V. Osobennosti analiza sprosa na sel'skohozyajstvennuyu produkciyu / I.V. Fedoskina, YU. Kostrova. – Vestnik RGATU, 2009 g. – № 2.

УДК 616.981.425

АНАЛИЗ ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БЕШЕНСТВУ

ПИЛИП Лариса Валентиновна, *канд. вет. наук, доцент кафедры зоогигиены, физиологии и биохимии, aib05@mail.ru*

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

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Бешенство, являясь особо опасным смертельным вирусным заболеванием, передается через укусы и слюну домашних и диких плотоядных животных. В группе риска находится человек. На территории РФ в 2018 году отмечено увеличение количества случаев бешенства в 1,24 раза по сравнению с 2017 годом. На территории Кировской области заболевание регистрируется с 1991 года. Увеличение частоты регистрации случаев бешенства наблюдается с 2013 года. В 2018 году произошло уменьшение числа зарегистрированных случаев в 4,33 и 4,47 раза по сравнению с 2017 и 2016 годами соответственно. В 2019 году в КО зарегистрированы бешенство у коровы, лисицы, собаки. Способствует стабильно неблагополучной ситуации наличие очагов в соседних с Кировской областью регионах и миграция диких животных. На 2018 год благополучными соседними с областью являются республика Коми и Вологодская область. Рост количества случаев бешенства отмечен в Республике Татарстан и Нижегородской области. Наиболее часто бешенство регистрируется у диких животных – от 77 до 87% (лисы, енотовидные собаки), однако ежегодно выявляются случаи бешенства

© Пилип Л. В., Бякова О. В., 2019 г.

у домашних (кошки, собаки) и сельскохозяйственных (корова, коза) животных – от 12 до 23%. Для эпизоотического благополучия проводятся плановые вакцинации животных. В 2018 году в КО отмечено снижение количества провакцинированных домашних и сельскохозяйственных животных в 1,1 раза. Обязательной вакцинации подвергаются крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи, собаки и кошки. Для диких животных используется вакцина против бешенства для оральной иммунизации диких плотоядных животных, раскладываемая трижды в год. Перед иммунизацией проводится регулирование численности диких плотоядных с обеспечением их изъятия до 70%. В период с 2012-2017 гг. в РФ из числа погибших от бешенства людей 70% не обращались за антирабической помощью, а 10% прервали антирабическое лечение. Последний официальный случай заболевания бешенством у человека в Кировской области был зарегистрирован в мае 1996 года.

Ключевые слова: *бешенство, Кировская область, укус, собаки, лисы, енотовидная собака, вакцинация, природно-очаговое заболевание.*

Введение

Случаи бешенства среди животных регистрируют во всем мире, исключая Великобританию и некоторые другие островные государства. На территории Российской Федерации существуют природные очаги бешенства и регистрируются случаи заболевания диких и домашних животных, а также ежегодно единичные случаи бешенства у людей. Несмотря на то, что известны причины и патогенез заболевания, проводится активная профилактическая работа по ликвидации данной опасной для человека инфекции, человечеству до сегодняшнего дня не удаётся с ним справиться [1,2,3].

Ежегодно в мире погибают более 1 миллиона животных и до 70 тысяч человек. Каждый год во всем мире после травмирующих контактов с потенциально зараженными бешенством животными от 9 до 12 миллионов человек подвергаются постэкспозиционным антирабическим обработкам (в том числе в РФ 250-450 тысяч) с общими затратами свыше 2 миллиардов долларов. Бешенство до сих пор остается широко распространенной глобальной угрозой, регистрируется в двух третях стран мира, а половина населения Земли проживает в эндемичных районах. Африка и Южная Азия – территории с самым высоким риском смертности человека, на них приходится 95% мировой статистики.

Инкубационный период заболевания у человека длится от 7 дней. Стадия предвестников заключается в жжении, зуде, боли в области укуса. Развивается депрессия, затем беспокойство. Стадия возбуждения характеризуется повышенной чувствительностью к воде, воздуху, свету с судорожным сокращением мышц глотки. Возникают приступы буйства и бешенства, галлюцинации. Паралитическая стадия характеризуется параличами мышц конечностей, языка, лица, исчезают страх, тревожное тоскливое настроение, прекращаются приступы гидро– и аэрофобии, повышается температура тела, наступает смерть. Способов лечения развившегося бешенства нет [1,5].

Ликвидация заболевания означает контроль резервуаров и источников инфекции. От 81 до 100% случаев приходится на собак, лисиц, кошек, волков, енотовидных собак (1,3% видового состава). К остальным животным, являющимся источником инфекции, относятся (по убыванию) корсак, песец, шакал, барсук, хорек, куница, бурый и белый медведи, белка, суслик, летучая мышь, крупный рогатый скот, свинья, коза, овца, лошадь. Не было случаев заражения людей от насекомоядных и зайцеобразных, и казуистически редко – от грызунов (только от белки и суслика) [1,4,5].

Цель, материалы и методы исследований

Целью исследований является анализ эпизоотологической ситуации по природно-очаговому инфекционному заболеванию бешенством на территории Кировской области и Российской Федерации.

Исследования проводили с использованием обзорно-аналитического метода официальных документов Управления ветеринарии и Роспотребнадзора Кировской области и Российской Федерации за период с 2016 по 2018 г.г.

Результаты исследований

Бешенство (rabies) относится к природно-очаговым, особо опасным, смертельным инфекционным заболеваниям, вызываемым вирусом Rabies virus, включённым в род Lyssavirus, семейство Rhabdoviridae. Вирус бешенства вызывает специфический энцефалит у животных и человека и передаётся со слюной при укусе больным животным [1,3].

Первые сообщения о бешенстве, как о болезни собак и человека, на территории нашей страны датируются XVI веком. В XVIII веке в архивах встречается царский указ касательно уничтожения бешеной собаки, проникшей на территорию летнего дворца. Вспышки заболевания отмечались в 1810-1818 годах и в 1824 году. Ежегодно от бешенства умирали сотни жителей Российской империи [1].

Очаги бешенства в РФ распространены повсеместно. В 2012-2017 гг. заболевание зарегистрировали в 21 субъекте Российской Федерации (только в 2017 году существовало 918 неблагополучных пунктов по бешенству) (рис. 1). Особым эпизоотологическим неблагополучием характеризуются регионы Центральной России и Поволжья, где с 2014 года наблюдается максимальная интенсивность эпизоотий среди диких плотоядных животных, основным резервуаром рабической инфекции в которых является лисица. В плотном кольце эпизоотий впервые оказалась Москва. Причиной этого является высокая урбанизация данных территорий, что создаёт благоприятные условия для циркуляции возбудителя среди животных [6].

Отмечена тенденция к увеличению числа случаев заболевания среди диких плотоядных животных, в эпизоотическом процессе участвуют также домашние и сельскохозяйственные животные.

Так, по данным 2017 года на долю диких животных приходится 48% от всех случаев бешенства, кошек – 18%, собак – 17%, крупного рогатого скота – 8,5%, мелкого рогатого скота – 1%, также единичные больные животные зарегистрированы среди лошадей, оленей и свиней.

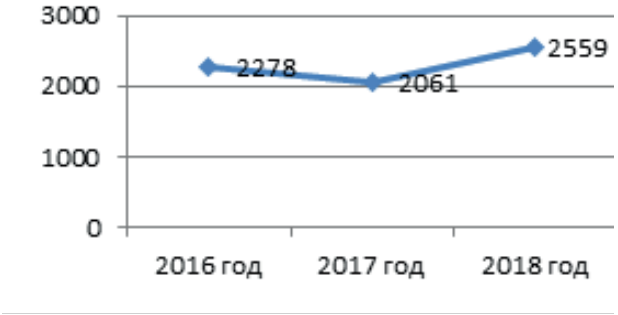


Рис. 1 – Количество случаев заболевания бешенством в Российской Федерации

На территории Кировской области бешенство официально регистрируется с 1991 года. Увеличение частоты регистрации случаев бешенства наблюдается с 2013 года [4]. Пик частоты регистрации заболевания наблюдался в 2015-2016 гг. (рис. 2).

Рис. 2 – Количество случаев заболевания бешенством в Кировской области

В период с 2016 по 2018 г.г. бешенство регистрировалось как на территории РФ, так и Кировской области. При этом если в 2018 году количество случаев регистрации данного заболевания в целом по РФ увеличилось, то на территории Кировской области отмечена тенденция к снижению частоты регистрации вирусного заболевания. В 2018 году ситуация по бешенству животных в Кировской области по сравнению с 2017 годом значительно улучшилась, количество случаев бешенства уменьшилось более чем в 4 раза.

На территории Кировской области в 2016 году было зарегистрировано 67 случаев бешенства среди животных, из них 58 случаев среди диких плотоядных, 8 случаев у домашних животных (6 собак, 2 кошки) и 1 случай у сельскохозяйственных животных (коза). В 2017 году зарегистрировано 65 случаев бешенства среди животных, из них 50 случаев среди диких плотоядных (36 лисиц, 14 енотовидных собак) и 15 случаев среди домашних животных (у 3-х кошек и 12 собак). В 2018 году зафиксировано 15 случаев бешенства среди животных, в том числе 13 случаев среди диких животных: у 7 лис и 6 енотовидных собак и 2 случая среди домашних и сельскохозяйственных животных: у одной собаки и одной коровы [4] (рис. 3).

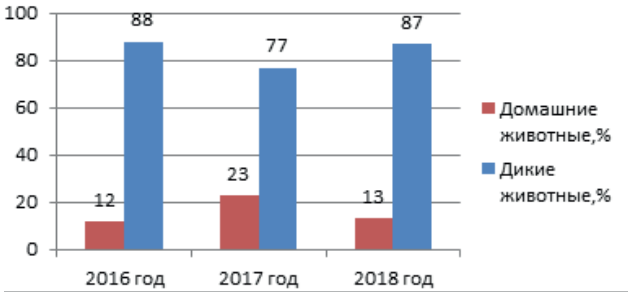


Рис. 3 – Частота заболеваемости бешенством у домашних и диких животных в Кировской области

В 2017 году отмечено увеличение количества заболевших среди домашних животных, однако к 2018 году данный показатель вернулся на уровень 2016 года. По частоте заболеваемости превалируют дикие животные. Случаи бешенства в населённых пунктах фиксируются в основном за счёт того, что туда заходят больные дикие звери. Домашние животные являются основным посредником в передаче вируса бешенства от диких зверей человеку. Второй этап распространения заболевания – это городской тип бешенства, когда переносчиками болезни становятся домашние кошки и собаки, которых хозяева выпускают на улицу. Они контактируют с дикими животными, больными бешенством, и заносят вирус уже в многоквартирные дома, способствуя его массовому распространению среди людей.

В 2012-2017 гг. ежегодно регистрировалось от 370 до 409 тыс. случаев нападения животных на людей. Отмечается тенденция к росту числа укусов дикими животными в целом в РФ. В 2017 году зарегистрировано 6,74 случая на 100 тысяч населения, что также может являться признаком осложнения эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по бешенству.

Неблагополучной ситуации по бешенству в Кировской области способствует миграция диких животных и занос заболевания из других областей и регионов РФ. В соседних с Кировской областью регионах отмечается следующая картина по распространению бешенства (табл.).

Таблица – Частота регистрации бешенства в соседних с Кировской областью регионах

Соседние области и регионы	2016 год	2017 год	2018 год
Республика Татарстан	20	18	24
Удмуртская Республика	27	67	27
Нижегородская область	36	41	47

Продолжение таблицы

Пермский Край	37	13	13
Республика Марий Эл	18	9	8
Костромская область	30	21	2
Республика Коми	0	0	0
Вологодская область	9	5	0

Таким образом, в 2018 году благополучными по бешенству соседними с Кировской областью регионами являются республика Коми и Вологодская область, все остальные регионы – неблагополучны. При этом рост количества случаев бешенства отмечен в Республике Татарстан и Нижегородской области, а снижение регистрации бешенства отмечено на следующих территориях: Удмуртская Республика, Республика Марий Эл, Пермский край и Костромская область.

К концу 2017 года в Кировской области оставалось 5 неблагополучных пунктов (по одному случаю в Кирове и Котельничском районе, трем случаям в Кирово-Чепецком районе). На начало 2018 года (на 05.02.2018) отмечено 4 случая бешенства: по одному в Зуевском, Арбажском, Лебяжском и Свечинском районах. На начало 2019 года на территории области установлены ограничительные мероприятия на территории 6 неблагополучных пунктов: Арбажский район – 1 случай, Зуевский – 1, Лебяжский –1, Свечинский – 1, Кирово-Чепецкий – 2 случая [4].

В 2018 году бешенство зарегистрировано на территории 11 муниципальных районов Кировской области: Зуевский (3 случая), Котельничевский (2 случая), Фаленский (2 случая), Арбажский (1 случай), Богородский (1 случай), Киров-Чепецкий (1 случай), Лебяжский (1 случай), Оричевский (1 случай), Пижанский (1 случай), Свечинский (1 случай), Советский (1 случай). На 31.12.2018 было 2 неблагополучных пункта: Кирово-Чепецкий и Богородский районы. В 2019 году были зарегистрированы случаи бешенства: в Зуевском районе (корова), 2 случая в деревне Павлово Пижанского района (лисица), в деревне Куршино Вятскополянского района (собака) [4].

По каждому случаю бешенства проводятся мероприятия, направленные на то, чтобы не допустить распространения болезни. Вакцинируются домашние животные, проживающие в очаге заболевания, уничтожаются грызуны, ликвидируются несанкционированные свалки, которые их привлекают.

В 2018 году было подвергнуто вакцинации против бешенства 369 000, в 2017 году 398 000, а в 2016 году 380 700 домашних и сельскохозяйственных животных, среди которых крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи, собаки и кошки. Плановые профилактические вакцинации против бешенства для домашних животных проводятся в государственных учреждениях ветеринарии на территории Кировской области и города Кирова бесплатно.

Для диких животных используется вакцина для оральной иммунизации диких плотоядных животных против бешенства «Рабивак-О/333», поступающая в область за счет средств федерального бюджета. Так, в 2018 году разложено 1 700 000, в 2017 году 2 617 875, а в 2016 году 2 358 550 доз вакцины для диких животных. В апреле 2019 года со сходом снега осуществлена массовая раскладка вакцины в городских лесопарковых зонах и прилегающих лесах. Для этого Кировской области выделена партия в 400 тысяч доз вакцин и сформированы маршруты раскладки. За год такая вакцинация проводится трижды. Государственной ветеринарной службой совместно с охотничьими организациями проводится весенняя (в апреле-мае), летняя (в июле) и осенняя (сентябрь-начало октября) раскладка вакцины для оральной иммунизации диких плотоядных животных против бешенства [4].

Перед проведением иммунизации диких плотоядных животных рекомендовано провести регулирование их численности с обеспечением изъятия до 70% поголовья. Для этого совместно с Управлением охраны и использования животного мира Министерством охраны окружающей среды Кировской области было разработано и направлено главам муниципальных районов письмо за подписью заместителя Председателя Правительства области, министра сельского хозяйства и продовольствия Кировской области А.А. Котлячкова (от 12.01.2018 № 31-44-13) о порядке проведения мероприятий по регулированию численности диких плотоядных животных на территории охотугодий закрепленных районов. Проводится контроль за данной работой. Только за три первых месяца 2018 года управлением Ветеринарии по Кировской области принято более 50 решений о регулировании численности охотничьих ресурсов. В целях регулирования численности охотники добыли 27 волков, 134 лисицы и 64 енотовидных собаки.

Последний официальный случай заболевания бешенством у человека в Кировской области был зарегистрирован в мае 1996 года. Случаи заболеваний бешенством в РФ зарегистрированы у лиц, несвоевременно обратившихся за антирабической помощью или прервавших курс профилактических прививок против бешенства. В 2012-2017 гг. из числа погибших от бешенства 70% не обращались за антирабической помощью, а 10% прервали антирабическое лечение. В ряде случаев лечение было назначено несвоевременно.

Выводы

Российская Федерация эндемична по бешенству, регистрируются как природно-очаговая, так и городская формы бешенства. Наиболее неблагополучными являются регионы Центральной России и Поволжья. Кировская область также не-

благополучна по бешенству с 1991 года. Способствует напряженной ситуации наличие очагов в соседних с областью регионах. Наибольший процент по регистрации заболевания отмечен у диких животных – от 77 до 87%. Ежегодно регистрируются случаи возникновения бешенства у домашних животных – от 12 до 23%. Ветеринарной службой Кировской области совместно с Министерством природных ресурсов и охраны животного мира Кировской области проводятся мероприятия для ликвидации данного опасного вирусного заболевания, преимущественно в виде вакцинаций и регулирования количества диких животных. Имеется положительная динамика в виде снижения количества регистрируемых случаев бешенства более чем в 4 раза в 2018 году по сравнению с 2017 годом. Бешенство человека в Кировской области не регистрируется с 1996 года. Контроль эпизоотического благополучия по бешенству на территории Кировской области необходимо проводить для обеспечения защиты населения от болезней, общих для человека и животных.

Список литературы

1. Макаров, В. В. Бешенство / В. В. Макаров // РВЖ. – №1. – 2017. – С. 28-34.
2. 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. – Пермь : Пермский институт ФСИН России, 2014. – С. 53-57.
3. 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.
4. Управление ветеринарии Кировской области. Итоги работы ветеринарной службы области на 2018 год . – Режим доступа : (http://vetuprkirov.ru/assets/mgr/docs/doklady-o-rezultatach/itogi-raboty-veterinarnoj-sluzhby-oblasti-na-2018-god.pdf).
5. Ющук, Н. Д. Инфекционные болезни: учебник для ВУЗов /Н. Д. Ющук, Ю. Я. Венгеров.-Москва: Медицина, 2003. – 544 с.
6. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (https://www.rospotrebnadzor.ru)

ANALYSIS OF THE EPIZOOTOLOGICAL SITUATION ON RABIES

Pilip Larisa V., *candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of zoohygiene, physiology and biochemistry, Vyatka State Agricultural Academy, aib05@mail.ru*

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

Rabies is a particularly dangerous deadly viral disease. The disease is transmitted through bites and saliva of domestic and wild carnivores. At risk is a person. On the territory of the Kirov region, the disease has been registered since 1991. The increase in the frequency of registering cases of rabies has been observed since 2013. The presence of foci in the neighboring regions of the Kirov region contributes to the unfavorable situation. For 2018, the Komi Republic and the Vologda Region are prosperous adjacent to the region. An increase in the number of cases of rabies was noted in the Republic of Tatarstan and the Nizhny Novgorod region. Most often rabies is recorded in wild animals (foxes, raccoon dogs), but cases of rabies in domestic (cats, dogs) and agricultural (cow, goat) animals are detected every year. For epizootic well-being, it is necessary to conduct routine vaccinations to ensure the protection of the person. The number of vaccinated domestic and farm animals increases annually. Compulsory vaccinations are cattle and small cattle, horses, pigs, dogs and cats. For wild animals, a vaccine for oral immunization of wild carnivorous animals against rabies is used, which is spread out three times a year. Before immunization, the number of wild carnivores is regulated to ensure their removal to 70%.

Key words: *rabies, Kirov region, bite, dogs, foxes, raccoon dog, vaccination, natural focal disease.*

Literatura

1.Makarov, V.V. Beshenstvo /V.V. Makarov// RVZH. – №1. – 2017. – S. 28-34.
2.Malinin, S.F. Novyj zoonoz v Kirovskoj oblasti /S.F. Malinin, O.V. Bjakova, L.V. Pilip// Problemy razvitija zhivotnovodstva v uslovijah uchrezhdenij FSIN Rossii: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Permskij institut FSIN Rossii. – 2014. – S. 53-57.
3.Pilip, L.V. Ispol'zovanie jekspress-testa dlja vyjavlenija antigenov D. immitis /L.V. Pilip, O.V. Bjakova// Vestnik Soveta molodyh uchenyh Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2018. – № 1 (6). – S. 53-57.
4.Upravlenie veterinarii Kirovskoj oblasti. Itogi raboty veterinarnoj sluzhby oblasti na 2018 god (http://vetuprkirov.ru/assets/mgr/docs/doklady-o-rezultatach/itogi-raboty-veterinarnoj-sluzhby-oblasti-na-2018-god.pdf).
5.JUshhuk, N.D. Infekcionnye bolezni: uchebnik dlja VUZov /N.D. JUshhuk, JU.JA. Vengerov// 2003. – 544 s.
6.Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka (https://www.rospotrebnadzor.ru)

УДК 636.082.24

ОЦЕНКА МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ И СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОД ПРИ РАЗНЫХ ЦИКЛАХ ПРОИЗВОДСТВА

ШАХМУРЗОВ Мухамед Музачирович, *д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», г. Нальчик, getokov777@mail.ru*

ШЕВХУЖЕВ Анатолий Фоадович, *д-р с.-х наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУ ФНАЦ г. Михайловск, shevhuzhevaf@yandex.ru*

ГЕТОКОВ Олег Олиевич, *д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», Нальчик, getokov777@mail.ru*

ШАХТАМИРОВ Иса Янарсаевич, *д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет, г. Грозный, shakhtamirov@mail.ru*

Цель исследования – выбор наиболее доступных и экономически оправданных технологических вариантов при разных циклах производства, сравнительная оценка мясной продуктивности и эффективность выращивания и откорма бычков калмыцкой и симментальской пород при разных циклах (в возрасте 392, 542 и 630 дней) производства в условиях промышленного комплекса. Для достижения указанной цели на комплексе ООО фирма «Хаммер» сформировали две группы бычков – калмыцкой и симментальской породы – по 30 голов в каждой. Подопытных животных откармливали по принятой технологии, в течение полного производственного цикла длительностью 392 дня, который делился на 2 периода. Затем всех подопытных бычков поставили на среднеинтенсивное выращивание продолжительностью 150 дней. Далее следовал интенсивный заключительный откорм продолжительностью 88 дней. Общая продолжительность технологического цикла составила 21 месяц (630 дней). Контрольный убой пяти голов из каждой опытной группы проводили в возрасте 13, 18 и 21 месяца по достижению живой массы 330-380; 450-560 и 490-640 кг соответственно. Для изучения мясной продуктивности и морфологического состава туш пользовались общепринятыми зоотехническими методами исследования. Результаты исследований показали, что молодняк симментальской породы обладает хорошим потенциалом мясной продуктивности, что позволяет в условиях комплекса эффективно откармливать бычков до живой массы 643 кг в возрасте 21 месяц и получать высококачественные туши массой 328,1 кг. Бычков калмыцкой породы в условиях промышленного комплекса эффективнее откармливать до 18-тимесячного возраста. Характерными признаками мясной продуктивности симментальских бычков являются достаточно высокая убойная масса и выход мяса.

Ключевые слова: *калмыцкая, симментальская породы; откорм; мясная продуктивность; убойный выход; морфологический состав туш.*

Введение

Повышение эффективности производства продуктов животноводства, особенно говядины, является одной из важных задач продовольственной программы нашей страны. Она должна решаться комплексно, с учетом конкретных хозяйственных и экономических возможностей, а также более полной реализации генетического потенциала продуктивности молодняка и внедрением различных ресурсосберегающих технологий содержания и кормления животных [1-3].

В современных условиях за счет говядины, получаемой от мясного скота, невозможно полностью удовлетворить потребность населения в этом продукте питания, поэтому требуются новые пути повышения ее производства. Известно, что у нас в стране основное количество говядины (около 97%) производится за счет скота молочных и комбинированных пород [4-6].

В настоящее время недостаточно исследований, определяющих наиболее желательный уровень мясной продуктивности скота с учетом возраста, породы, пола и физиологического состояния. Это вызывает затруднения производственников в установлении уровня живой массы и возраста при выращивании и откорме скота [7,8].

В этой связи возникла необходимость экспериментально проверить возможность и экономическую целесообразность удлинения производственного цикла до 21 месяца; более полно использовать потенциал мясной продуктивности имеющихся животных в условиях промышленной технологии. Это определяет практический интерес к задаче и ее народно-хозяйственное значение [9].

Цель исследования – выбор наиболее доступных и экономически оправданных технологических вариантов при разных циклах производства, сравнительная оценка мясной продуктивности и

© Шахмурзов М. М., Шевхужев А. Ф., Гетоков О. О., Шахтамиров И. Я., 2019 г.

эффективность выращивания и откорма бычков калмыцкой и симментальской пород при разных циклах (в возрасте 392, 542 и 630 дней) производства в условиях промышленного комплекса.

Материал и методы исследований

Для проведения исследований в ООО «Хаммер» по принципу аналогов сформировали две группы бычков по 30 голов в каждой. Подопытных животных откармливали по принятой на комплексе в этом хозяйстве технологии, в течение полного производственного цикла, длительностью 392 дня, который делится на 2 периода. Затем всех подопытных бычков поставили на среднеинтенсивное выращивание продолжительностью 150 дней. Далее следовал интенсивный заключительный откорм продолжительностью 88 дней. Общая продолжительность технологического цикла составляла 21 месяц (630 дней). Контрольный убой пяти голов из каждой опытной группы проводили в возрасте 13, 18 и 21 месяц по достижению живой массы 330-380; 450-560 и 490-640 кг соответственно.

Бычки всех подопытных групп в течение всего производственного цикла находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Для изучения мясной продуктивности провели контрольный убой пяти бычков из каждой группы в возрасте тринадцати, восемнадцати и двадцати одного месяца по методике ВИЖ, ВНИИМП (1977). При проведении контрольного убоя у бычков определяли предубойную живую массу, массу парной туши, массу внутреннего жира-сырца, относительный выход туши и убойный выход.

Морфологический состав туш определяли общепринятыми зоотехническими методами.

Полученный цифровой материал обрабатывали биометрически с использованием микрокалькулятора МК-56 с программирующим устройством в соответствии с алгоритмами, предложенными Н.А. Плохинским [14].

Результаты исследований и их обсуждение

Уровень мясной продуктивности, а также качество говядины и ее пищевая ценность зависят прежде всего от условий выращивания и откорма животных и достигнутой ими живой массы, а также от возраста, упитанности, породы, пола, условий транспортировки и предубойного содержания скота. Эти же факторы влияют на соотношение тканей в туше и на ее морфологический и химический состав [10-12].

Изучение формирования мясной продуктивности крупного рогатого скота показало, что при интенсивном выращивании молодняк к 15-18-месячному возрасту может достигать большой массы, причем соотношение тканей в туше и химический состав мяса будут соответствовать продукции высокого качества. В связи с тем, что молодняк составляет 65-70% общего количества убиваемого скота, правильная организация выращивания и откорма его имеет решающее значение в увеличении производства мяса. Не меньшее значение имеют также откорм и нагул взрослого выбракованного скота, составляющего более 30% сдаваемых на мясо животных [13].

Нашими исследованиями установлено, что несколько больше потребляли питательных веществ и лучше их усваивали симментальские бычки, наиболее интенсивно растущие. За весь период выращивания и откорма наибольший среднесуточный прирост живой массы получен от бычков симментальской породы – 958 г, а у калмыцких сверстников этот показатель составлял 722 г. Бычки симментальской породы превысили этот показатель на 236 г или на 32,6% в сравнении со сверстниками калмыцкой породы. Живая масса опытных животных в возрасте 13 месяцев в среднем составила 330,4 кг у калмыцких и 378,7 кг – у симментальских бычков.

Контрольный убой пяти бычков из каждой группы в возрасте 392 дня (табл. 1) показал, что масса туши животных в среднем составляла от 161,4 до 190,7 кг. В целом, бычки симментальской породы превосходили по убойным качествам сверстников калмыцкой породы: по живой массе на 48,3 кг или на 14,6%, массе туши – на 29,3 кг или 18,1%, по убойному выходу на 1,2%.

Затем убой по 5 голов из каждой группы проводили в возрасте 542 дня. Перед убоем оценивали упитанность животных всех групп, которая была признана высшей, а полученные при убое туши были отнесены к первой категории. Абсолютный прирост за 5 месяцев откорма у бычков симментальской породы составлял 183,9 кг, среднесуточный – 1226 г, а у калмыцких сверстников эти показатели составляли 121,0 кг и 806 г соответственно. Симментальские бычки за этот период опыта превосходили калмыцких по живой массе на 112,3 кг (25,6%), а по убойному выходу на 2,3%. У них были более выраженные формы телосложения и хорошо развитая задняя часть туловища.

В возрасте 630 дней проводили убой оставшихся подопытных животных.

За последние три месяца заключительного откорма абсолютный прирост живой массы составил по бычкам симментальской породы 80,8 кг, среднесуточный прирост – 918 г, а по бычкам калмыцкой породы – 41,7 кг и 473 г соответственно.

Таблица 1– Мясная продуктивность подопытных бычков (n = 5)

Показатель	Группа	
	I – калмыцкая	II – симментальская
В возрасте 392 дня		
Живая масса, кг	330,4±6,14	378,7±7,28
Предубойная живая масса, кг	319,2±7,01	366,4±8,12
Масса парной туши, кг	161,4±2,11	190,7±2,93

Продолжение таблицы 1

Масса внутреннего жира, кг	9,6±1,12	10,4±1,89
Масса туши и жира, кг	171,0±0,49	201,1±0,53
Выход туши, %	50,6±0,37	52,0±0,43
Выход внутреннего жира, %	3,0±0,31	2,8±0,39
Убойный выход, %	53,6±0,57	54,8±0,62
В возрасте 542 дня		
Живая масса, кг	451,4±6,03	562,6±7,01
Предубойная живая масса, кг	438,0±6,96	550,3±8,54
Масса парной туши, кг	228,7±2,19	298,6±2,38
Масса внутреннего жира, кг	11,7±1,14	15,8±1,59
Масса туши и жира, кг	240,4±0,53	314,4±0,64
Выход туши, %	52,2±0,34	54,3±0,38
Выход внутреннего жира, %	2,7±0,30	2,9±0,36
Убойный выход, %	54,9±0,59	57,2±0,67
В возрасте 630 дней		
Живая масса, кг	493,1±7,02	643,4±8,69
Предубойная живая масса, кг	480,6±6,35	631,8±7,92
Масса парной туши, кг	241,3±2,46	328,1±3,12
Масса внутреннего жира, кг	16,4±1,15	17,2±1,23
Масса туши и жира, кг	257,7±0,51	345,3±0,68
Выход туши, %	50,2±0,38	51,9±0,42
Выход внутреннего жира, %	3,4±1,14	2,7±1,18
Убойный выход, %	53,6±0,52	54,6±0,61

Мнение, что скот комбинированных (мясо-молочных) пород в молодом возрасте не может достичь высокой мясной продуктивности и дать мясо хорошего качества коренным образом изменяется. Наши исследования убедительно показывают, что молодняк комбинированных пород, наряду с мясными породами, может быть важным источником получения говядины.

Таким образом, исследования показали, что молодняк симментальской породы обладает хорошим потенциалом мясной продуктивности, что позволяет в условиях комплекса эффективно откармливать бычков до живой массы 643 кг в возрасте 21 месяца и получать высококачественные туши массой 328,1 кг. Бычков калмыцкой породы в условиях промышленного комплекса эффективнее откармливать до 18-тимесячного возраста. Характерными признаками мясной продуктивности симментальских бычков являются достаточно высокие среднесуточные приросты на протяжении всего периода роста.

Одним из важнейших показателей крупного рогатого скота принято считать морфологический состав туш (табл. 2).

Таблица 2 – Морфологический состав полутуш бычков подопытных групп

Показатель		Группа					
		I	II	I	II	I	II
Возраст, дн.		392	392	542	542	630	630
Масса охлажденной полутуши, кг		78,6±2,28	92,4±3,13	111,3±3,17	135,7±3,42	119,1±2,97	162,3±3,92
Мякоть:	кг	57,7±2,02	71,2±2,36	81,8±2,41	105,6±2,53	85,3±2,44	121,4±2,88
	%	73,4±0,87	77,1±0,69	73,5±0,52	77,8±0,64	71,6±0,68	74,8±0,59
Кости:	кг	16,8±0,60	16,4±0,62	25,3±0,47	26,0±0,51	28,8±0,49	35,1±0,92
	%	21,4±0,22	17,7±0,27	22,7±0,36	19,2±0,24	24,2±0,34	21,6±0,45
Сухожилия,хрящи:	кг	4,1±0,53	4,8±0,38	4,2±0,43	4,1±0,41	5,0±0,56	5,8±0,62
	%	5,2±0,31	5,2±0,43	3,8±0,36	3,0±0,38	4,2±0,44	3,6±0,45

Продолжение таблицы 2

Площадь «мышечного глазка», см^2	60,71±5,58	62,88±5,97	64,30±6,03	70,7±6,47	60,8±6,32	71,5±6,77
Индекс мясности	3,4±0,13	4,3±0,17	3,2±0,15	4,1±0,23	3,0±0,36	3,5±0,39

Исследования морфологического состава полутуш бычков в возрасте 392 дня показали, что масса мякоти была выше у бычков симментальской породы – 71,2 кг, а процент содержания мякоти – 77,1. Эти показатели у калмыцких сверстников составляли 57,7 кг и 73,4% соответственно.

Заключение

Анализ приведенных данных показывает, что удлинение технологического цикла еще на 150 дней позволило молодняку опытных групп иметь больше мякоти в полутуше. В производственном цикле продолжительностью 542 дня по проценту содержания мякоти лидировали бычки симментальской породы: 105,6 кг против 81,8 кг у бычков калмыцкой породы, или на 21,1% больше.

Следует отметить, что порода бычков оказала существенное влияние на результативность откорма. Во все производственные циклы симментальские бычки превосходили сверстников калмыцкой породы в среднем по выходу мякоти на 50,2 кг, площади мышечного глазка 6,43 см^2 или на 10,4%, по индексу мясности на 0,7%.

Список литературы

1.Шевхужев, А. Ф. Качество мяса, полученного при разных технологиях выращивания бычков / А. Ф. Шевхужев, Р. А. Улимбашева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. - № 3(125). - С. 140-143.

2. Воюцкий, А. В. Продуктивные качества бычков симментальской и калмыцкой пород в условиях промышленного комплекса : дис. … канд. с.-х. наук : 06.02.10. / А. В. Воюцкий. – Черкесск, 2010. – 120 с.

3.Шевхужев, А. Ф. Резервы увеличения производства говядины в Карачаево-Черкессии / А. Ф. Шевхужев, М. А. Харченко // Молочное и мясное скотоводство. - 1993. - № 2-3. - С. 13-14.

4. Гетоков, О. О. Совершенствование красного степного скота на Северном Кавказе / О. О. Гетоков, М-Г. М. Долгиев, М. И. Ужахов // Зоотехния. – 2012. - №7. - С. 3-4.

5. Шевхужев, А. Ф. Мясная продуктивность бычков калмыцкой и мимментальской пород в условиях комплекса / А. Шевхужев, А. Воюцкий // Молочное и мясное скотоводство. - 2009. - №8. - С. 13-14.

6.Долгиев, М- Г.М. Сравнительная оценка продуктивных качеств коров красной степной породы и ее помесей с голштинской в ГУП «Троицкое» / М-Г.М. Долгиев, М. И. Ужахов, О. О. Гетоков // Зоотехния. - 2016. - №1. - С. 21-23.

7.Ужахов, М. И. Изменение продуктивных качеств и резистентных свойств скота черно-пестрой и красной степной пород в процессе голштинизации / М. И. Ужахов, О. О. Гетоков, З. М. Долгиева // Молочное и мясное скотоводство. - 2016. - № 2. - С. 30-32.

8. Гетоков, О. О. Биологические особенности и продуктивные качества голштинизированного скота Кабардино-Балкарии : автореф. дис. ...д-ра биол. наук. / О.О. Гетоков. – п. Лесные Поляны, Моск.обл. ВНИИплем., 2000. – 44 с.

9. Сабанчиев, З. Рост и мясная продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота / З. Сабанчиев, О. Гетоков // Молочное и мясное скотоводство. - 1996. - № 5. - С. 8

10. Гетоков, О. О. Результативность голштинизации швицкого скота в Кабардино-Балкарии / О. О. Гетоков // Зоотехния. – 1995. - №7. – С. 6.

11. Ужахов, М. И. Изменение продуктивных качеств и резистентных свойств скота черно-пестрой и красной степной пород в процессе голштинизации / М. И. Ужахов, О. О. Гетоков, З. М. Долгиева // Молочное и мясное скотоводство. - 2016. - № 2. - С. 30-32.

12.Бозиев, Н. Откормочные качества и мясная продуктивность животных разных генотипов / Н. Бозиев, О. О. Гетоков // Молочное и мясное скотоводство. - 1990. - № 5. - С. 25-26.

13.Shevkhuzhev, A.F. Variability of hematological indices of brown swiss cattle with different technologies of keeping/ A.F. Shevkhuzhev, M.B., Ulimbashev., I.K Taov., O.O Getokov., Gosteva E.R//Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Т. 8. № 6. - С. 591-596.

14.Гетоков, О. О.Молочная продуктивность коров различных генотипов / О. О. Гетоков // Молочное и мясное скотоводство. - 1992. - № 2. - С. 15

ASSESSMENT OF MEAT EFFICIENCY OF BULL-CALVES OF KALMYK AND SIMMENTAL BREEDS AT DIFFERENT PRODUCTION CYCLES

Shakhmurzov Muchamed M., *Dr. Biol. Sciences, Professor, FGBOU VO "Kabardino-Balkaria state agrarian University. V. M. Kokov", Nalchik getokov777@mail.ru*
Shevkhuzhev Anatoli F., *Dr. of agricultural Sciences, Professor, chief researcher of Federal FNAC, Mikhailovsk , shevhuzhevaf@yandex.ru*
Getokov Oleg O., *Dr. Biol. Sciences, Professor, FGBOU VO "Kabardino-Balkaria state agrarian University. V. M. Kokov", Nalchik, getokov777@mail.ru*
Shakhtamirov Isa Ya., *Dr. Biol. Sciences, Professor, FSBEI HE "Chechen state University, Grozny, shakhtamirov@mail.ru*

The purpose of the study - the choice of the most affordable and cost-effective technological options for different production cycles, a comparative assessment of meat productivity and efficiency of growing and fattening calves and Simmental rocks at different cycles (aged 392; 542 and 630 days) production in the industrial complex. To achieve this goal in the complex of OOO firma "hammer" formed two groups of calves at 30 goals each. Experimental animals were fed according to the adopted technology, during the full production cycle, lasting 392 days, which is divided into 2 periods. Then all the experimental bulls were put on medium-intensive cultivation lasting 150 days. This was followed by an intensive final fattening lasting 88 days. The total duration of the technological cycle was 21 months (630 days). Control slaughter of five heads from each experimental group was carried out at the age of 13, 18 and 21 months after reaching the live weight of 330-380; 450-560 and 490-640 kg, respectively. To study the meat productivity and morphological composition of carcasses used generally accepted methods of zootechnical research. The results of the research showed that young animals Simmental breed has good potential meat productivity, which allows in conditions of complex to effectively feed calves to a live weight 643 kg at the age of 21 months and to obtain a high quality carcass weight kg. 328,1 Bulls Kalmyk breed in the conditions of industrial complex more efficient to fatten up to 18 months of age. Characteristic features of meat productivity Simmental bulls are sufficiently high slaughter weight and meat yield.

Key words: *Kalmyk, Simmental breeds, fattening, meat productivity, slaughter yield, morphological composition of carcasse*

Literatura

1.SHevhuzhev, A.F. Kachestvo mjasa, poluchennogo pri raznyh tehnologijah vyrashhivanija bychkov. / A.F. SHevhuzhev R.A. Ulimbasheva//

Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015.-№3(125).-S.140-143.

2. Vojuckij, A.V. Produktivnye kachestva bychkov simmental'skoj i kalmyckoj porod v uslovijah promyshlennogo kompleksa/A.V. Vojuckij// Dis.,kandidata s.-h. nauk 06.02.10. CHerkessk.-2010.- 120S.

3.SHevhuzhev, A.F. Rezervy uvelichenija proizvodstva govjadiny v Karachaevo-CHerkessii/A.F. SHevhuzhev, M.A. Harchenko// Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 1993.-№2-3.-S.13-14.

4. Getokov, O.O. Sovershenstvovanie krasnogo stepnogo skota na Severnom Kavkaze / O.O. Getokov, M-G.M. Dolgiev, M.I. Uzhahov // Zootehnija.- 2012.- №7.- S. 3-4.

5. SHevhuzhev, A.F. Mjasnaja produktivnost' bychkov kalmyckoj i mimmental'skoj porod v uslovijah kompleksa/ A. SHevhuzhev, A. Vojuckij// Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2009.-№8.-S.13-14.

6.Dolgiev, M- G.M. Sravnitel'naja ocenka produktivnyh kachestv korov krasnoj stepnoj porody i ee pomesej s golshtinskoj v GUP «Troickoe»/M-G.M. Dolgiev, M.I. Uzhahov, O.O. Getokov//Zootehnija-2016.-№1.-S. 21-23.

7.Uzhahov, M.I. Izmenenie produktivnyh kachestv i rezistentnyh svojstv skota cherno-pestroj i krasnoj stepnoj porod v processe golshtinizacii/ M.I. Uzhahov, O.O. Getokov, Z.M. Dolgieva//Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo, 2016.-№2.-S.30-32.

8. Getokov, O.O. Biologicheskie osobennosti i produktivnye kachestva golshtinizirovannogo skota Kabardino-Balkarii. /O.O. Getokov//Avtoref. dis. ...dokt. biol. nauk. - VNIIplem. – p. Lesnye Poljany, Mosk.obl., 2000. – 44S.

9. Sabanchiev, Z. Rost i mjasnaja produktivnost' golshtinizirovannogo cherno-pestrogo skota / Z. Sabanchiev, O. Getokov // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo.-1996.-№5.- S.8

10. Getokov, O.O. Rezul'tativnost' golshtinizacii shvickogo skota v Kabardino-Balkarii / O.O. Getokov // Zootehnija. – 1995. - №7. – S. 6.

11. Uzhahov, M.I. Izmenenie produktivnyh kachestv i rezistentnyh svojstv skota cherno-pestroj i krasnoj stepnoj porod v processe golshtinizacii/ M.I. Uzhahov, O.O. Getokov, Z.M. Dolgieva //Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo, 2016.-№2.-S.30-32.

12.Boziev, N. Otkormochnye kachestva i mjasnaja produktivnost' zhivotnyh raznyh genotipov/N. Boziev, O.O. Getokov // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo.-1990.-№5.-S.25-26.

13.Shevkhuzhev, A.F. Variability of hematological indices of brown swiss cattle with different technologies of keeping/ A.F. Shevkhuzhev, M.B., Ulimbashev., I.K Taov., O.O Getokov., Gosteva E.R//Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. T. 8. № 6- S. 591-596.

14.Getokov, O.O.Molochnaja produktivnost' korov razlichnyh genotipov/ O.O. Getokov //Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo.-1992.-№2.-S.15

УДК 619:615

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИКРОПОРИСТЫХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ ЛЕОНАРДИТА В РАЦИОНЕ КАРПОВ

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

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

ЯКУНИН Юрий Викторович, *старший преподаватель кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, yakunin0104@yandex.ru*

БАРЫШЕВ Роман Валерьевич, а*спирант кафедры зоотехнии и биологии, barishev62@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева

Статья посвящена исследованию использования в кормлении карпов (Cyprinus carpio Linnaeus) леонардита. У рыб его эффективность незаслуженно мало изучена. Комбикорм, в состав которого входит леонардит, является эффективным в получении крупного посадочного материала карпов, обеспечивает необходимый для товарного рыбоводства рост и развитие рыб, выращиваемых в установке замкнутого водообеспечения (УЗВ). Гуминовые кислоты из леонардита проявляют свойства универсальной составляющей для трофики рыб, способной улучшить рыбопродуктивность, определяющую успешное ведение аквакультуры. Исследование рыбоводно-биологических показателей сеголетков, подращиваемых в УЗВ до возраста 90 суток, с целью получения крупного посадочного материала, при использовании в их рационе немодифицированных микропористых гуминовых кислот, составляющих основу леонардита, показало, что эти органические вещества эффективны, они стимулируют ростовые показатели молоди карпов. Так, при сравнении опытной и контрольной групп по основным показателям все они оказались выше у тех сеголетков, которые в рационе получали модифицированный комбикорм с леонардитом. За период выращивания сеголетков до возраста 90 суток при плотности посадки в одном бассейне основного УЗВ в среднем 500 штук, отличие между рыбами из опытной и контрольной групп в пользу первой составило: по выживаемости 3%, живой массе к концу эксперимента 13,9%, абсолютному приросту 13,9%, среднесуточному приросту 13,5%, относительному приросту 9 562,0%. Исходя из результатов эксперимента в УЗВ, при обогащении продуктивных качеств комбикорма производства «Лимкорм», используемого в кормлении посадочного материала карпов, гуминовыми кислотами из леонардита наблюдается повышение рыбоводно-биологических показателей в среднем на 13,4%, что экономически выгодно хозяйствам, занимающимся прудовой аквакультурой.

Ключевые слова: *гуминовые кислоты из леонардита, немодифицированные микропористые гуминовые кислоты, комбикорм, аквакультура, посадочный материал карпов.*

Введение

Развитие аквакультуры вызвано возрастающим вниманием к искусственному разведению рыб, что актуально в условиях истощения естественных промысловых биоресурсов. Моделирование комплексной оценки экологической безопасности в сельском хозяйстве, анализ спроса на сельскохозяйственную продукцию [3,10] указали на необходимость акцентировать внимание на производстве органических комбикормов. Важной задачей отечественного карповодства, требующей решения, является разработка комбикормов российского производства, способных обеспечить рост и развитие рыб для максимального достижения товарной массы. В разные периоды развития разработок, касающихся кормовых добавок и комбикормов, в Российской Федерации появлялись научные статьи об их успешном применении в животноводстве. В качестве примеров можно привести «Бацелл-М», белковый концентрат «Organic» для мясного скотоводства [1], премикс П-63-1 [2] для молочного направления, сбалансированные инновационные комбикорма [9,13,14]. Высоких рыбоводно-биологических показателей атлантического лосося удалось достичь при его переводе на питание малокомпонентным кормом, в рецептуре которого белковые гидролизаты из салаки, окуня, а также витазар, пшеничные зародышевые хлопья. Авторы исследований рекомендуют этот комбикорм для молоди лососевых рыб [6], получаемых в аквакультуре, сообщают, что по эффективности он аналогичен и даже превосходит финский корм.

По сообщению К.В. Корсакова с соавторами в птицеводстве добавка «Reasil Humic Health» на ос¬нове гуминовых кислот из леонардита дала высокий положительный результат при подращивании цыплят-бройлеров [5]. Гуминовые вещества, входящие в состав леонардита и обладающие свойством катализировать биохимические процессы в организме, представляют собой смесь органических соединений, получаемых в процессе гумификации. В леонардите высокое содержание гуминовых кислот (78-80%); его кислотность 6,4 pH, влажность 50-55%, озоленность до 12% [5].

Ученые указали на эффективность использо-

© Коровушкин А. А., Нефедова С. А., Якунин Ю. В., Барышев Р. В., 2019 г.

вания жидкой водорастворимой кормовой добавки комплексного действия «Reasil Humic Vet», состоящей из концентрированного раствора высокомолекулярных натриевых солей гуминовых кислот из леонардита, на сохранность поголовья, энергию роста, убойные качества животных [4].

Комбикорм является одной из основных статей расходов рыбоводного хозяйства, отсюда улучшение его продуктивных показателей определяет экономический эффект в решении вопросов искусственного воспроизводства рыб семейства карповых. Исследования развития ранней молоди различных видов ценных рыб показали: качественный состав отечественных стартовых комбикормов не совершенен, так как не соответствует физиологическим потребностям сеголетков, отсюда низкие показатели выживаемости и темпа роста. Усовершенствование рецептур отечественных комбикормов должно проходить с учетом современных представлений о физиологии и трофике различных возрастных групп объектов аквакультуры. Необходимо расширять фракционный состав белковой компоненты комбикормов, так как он определяет скорость ассимилятивных процессов при питании рыб. Обогащая комбикорма немодифицированными микропористыми гуминовыми кислотами, по нашему мнению, возможно стимулировать у рыб протекторную, регуляторную, аккумулятивную и транспортную функции пищеварительной системы. Необходимо использовать леонардит как компонент комбикорма, в качестве нового вида сырья для кормления карпов и других видов рыб, выращиваемых в аквакультуре.

При интенсивном выращивании карпов в рыбоводных прудах при искусственном обеспечении трофического режима происходит увеличение нагрузки биомассы на единицу объёма, что несвойственно естественному росту рыб в природных водоемах и водотоках. При несбалансированном питании у рыб понижается резистентность, ослабевают показатели развития. Таким образом, актуально исследовать эффективность использования немодифицированных микропористых гуминовых кислот из леонардита в рационе рыб, что и сделано в нашей работе на примере карпа *(Cyprinus carpio Linnaeus).*

Материалы и методы

Научно-исследовательская работа выполнена в 2018-2019 гг. по заказу Министерства сельского хозяйства РФ в рамках темы «Проведение исследований и разработка рецептуры полнорационных комбикормов для рыб с немодифицированными микропористыми гуминовыми кислотами из леонардита» в ФГБОУ ВО РГАТУ в научно-образовательном центре – НОЦ аквакультуры и рыбоводства. Результаты работы внедрены в рыбоводных хозяйствах ассоциации «Большая рыба» (г. Семикаракорск Ростовской обл.) – ООО «Семикаракорская рыба», ООО «Слободская Сагва», ООО «РыбининвестАгро», ООО «Рыбка»; ПСК «Курчанский» (Краснодарский край Темрюкский район, пос. «Светлый путь».

Для эксперимента в НОЦ аквакультуры и рыбоводства была завезена личинка карпа *(Cyprinus carpio Linnaeus)* и размещена в установке замкнутого водоснабжения (мини УЗВ «Рачительная») (рис. 1), подрощена в течение 15 суток до сеголетков, которых наблюдали еще 75 суток в круглых бассейнах основного УЗВ (рис. 2).

Рис. 1 – Начало эксперимента. Личинки карпа (в пакетах для перевозки) определены в ёмкости мини УЗВ «Рачительная», перед выпуском в воду проходят адаптацию к температурному режиму.

Рис. 2 – Личинки карпа в ёмкости мини УЗВ «Рачительная». Осуществляется контроль температуры и содержания кислорода в воде.

Контрольную группу личинок кормили куриным желтком (по поедаемости), в опытной – к желтку добавляли порошковую фракцию леонардита (в измельченном виде). Опытной группе сеголетков рацион, представляющий собой комбикорм производства «Лимкорм», обогатили кормовой добавкой комплексного действия «Reasil Humic Health», в состав которой входит леонардит (в концентрации 2 г на 100 кг живой массы рыбы). Таким образом, проанализировали воздействие модифицированного комбикорма на посадочный материал карпов при их содержании в УЗВ до трехмесячного возраста.

Гидрохимический режим в УЗВ контролировали каждые 2 часа, температуру воды в начале эксперимента в мини УЗВ поддерживали в пределах плюс 17° С и далее повышали до плюс 25° С (в основном УЗВ), концентрацию кисло¬рода – 7-8

мг/л. Личинок кормили ежечасно с 6.00 до 21.00.

На шесть круглых бассейнов основной УЗВ были установлены автоматические кормушки (рис. 3), лишь в три из них (№№4-6), где содержались карпы из опытной группы, добавляли порошковую фракцию леонардита. Сеголетки из контрольной группы (бассейны №№1-3) получали полнорационный комбикорм производства «Лимкорм». Карпы в бассейнах №№ 4-6 (опытная группа) питались модифицированным комбикормом.

Рис. 3 – Автоматические кормушки для кормления посадочного материала карпов (сеголетков) в основном УЗВ

Суточную норму корма (% от массы рыбы) рассчитывали по рекомендациям ВНИИПРх [12].

Рыбоводно-биологические исследования проводили по общепринятым методикам: скорость роста по методике Ю.А. Превезенцева и Н.И. Чугуновой [8,11], линейно-весовые показатели – по методике И.Ф. Правдина [7].

Данные обрабатывались статистически по методу Стьюдента с использованием программы «Microsoft Excel».

Результаты исследований

Результаты исследований показали эффективность использования порошковой фракции леонардита в комбикорме для карпов в период получения крупного посадочного материала в УЗВ (таблица).

Анализируя эффективность модифицированного комбикорма, в который была добавлена порошковая фракция леонардита, для личинок карпов, выращиваемых в условиях УЗВ с целью получения крупного посадочного материала, были получены следующие результаты: за период выращивания мальков до возраста 15 суток при плотности посадки в одной ёмкости мини УЗВ в среднем 100 000 штук и суточной норме корма 75-80% от массы рыбы отличие между опытной и контрольной группами в пользу первой составило: по выживаемости 10%, живой массе личинок (мальков) в 15 суток 12,7%, абсолютному приросту 13,6%, среднесуточному приросту 13,8%, относительному приросту 192,4%

Таблица – Рыбоводно-биологические показатели посадочного материала карпов, выращиваемого в УЗВ

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Период выращивания личинок, сут.	15	15
Плотность посадки личинок в одной ёмкости мини УЗВ, шт.	100 000	100 000
Суточная норма корма для личинок, % от массы рыбы	75-80	75-80
Отход личинок, %	37	30*
Живая масса личинок в начале эксперимента, мг	1,3	1,3
Живая масса личинок (мальков) в 15 суток, мг	17,2	19,7*
Абсолютный прирост личинок, мг	15,9	18,4*
Среднесуточный прирост, личинок, мг	1,06	1,23*
Относительный прирост личинок за 15 сут., %	1223,0	1415,4*
Период выращивания сеголетков, сут.	90	90
Отход сеголетков, %	6,4	3,5*
Плотность посадки сеголетков в одном бассейне УЗВ, шт.	500	500
Живая масса сеголетков в начале эксперимента (15 сут.), мг	17,2	19,7*
Живая масса сеголетков в конце эксперимента (90 сут.), г	121,2	140,7*
Абсолютный прирост сеголетков, г	121,18	140,68*
Среднесуточный прирост сеголетков, г	1,35	1,56*
Относительный прирост сеголетков за 90 сут., %	704551,2	714113,2*

Примечание: * различия с контрольной группой достоверны при P ≥ 0,001.

Исследование рыбоводно-биологических показателей сеголетков, подращиваемых в УЗВ до возраста 90 суток с целью получения крупного посадочного материала, при использовании в их рационе немодифицированных микропористых гуминовых кислот, составляющих основу леонардита, показало, что эти органические вещества эффективны, они стимулируют ростовые показатели молоди карпов.

Так, при сравнении опытной и контрольной групп по основным показателям все они оказались выше у тех сеголетков, которые в рационе получали модифицированный комбикорм с леонардитом. За период выращивания сеголетков до возраста

90 суток при плотности посадки в одном бассейне основного УЗВ в среднем 500 штук отличие между рыбами из опытной и контрольной групп в пользу первой составило: по выживаемости 3%, живой массе к концу эксперимента 13,9%, абсолютному приросту 13,9%, среднесуточному приросту 13,5%, относительному приросту 9 562,0%.

Исходя из результатов эксперимента в УЗВ, обогащение продуктивных качеств комбикорма производства «Лимкорм», используемого в кормлении посадочного материала карпов, гуминовыми кислотами из леонардита наблюдалось повышение рыбоводно-биологических показателей в среднем на 13,4%, что экономически выгодно хозяйствам, занимающимся прудовой аквакультурой.

Заключение

Анализируя эффективность использования гуминовых кислот из леонардита в рационе личинок и сеголетков карпа (Cyprinus carpio Linnaeus), выращиваемого в УЗВ с целью получения к трехмесячному возрасту крупного посадочного материала для дальнейшего его распространения по рыбоводным хозяйства, мы пришли к заключению о том, что предложение по модификации стартового комбикорма для рыб производства «Лимкорм» через обогащение его немодифицированными микропористыми гуминовыми кислотами из леонардита дает значительное повышение рыбоводно-биологических показателей посадочного материала карпа. Гуминовые кислоты из леонардита проявляют свойства универсальной составляющей для трофики рыб, способной улучшить рыбопродуктивность, определяющую успешное ведение аквакультуры. Экономическая эффективность от внедрения результатов нашей научно-исследовательской работы в практику рыбоводных хозяйств очевидна, так как рыбоводно-биологические показатели возросли в среднем на 13,4%.

Результаты научной разработки создают основу инновационного развития российской аквакультуры в сфере оптимизации кормления, обеспечивают переход к передовым производственным технологиям в прудовом рыбоводстве, повышают показатели роста, развития и здоровья рыб в товарных и маточных стадах с учетом требований к высокопродуктивному и экологически чистому производству.

Считаем важным продолжить научную работу в сфере усовершенствования рационов отечественных комбикормов для рыб, причем, не только для карпов, но и для других объектов рыбоводства.

Список литературы

1. Абилов, Б.Т. Эффективность использования белкового концентрата «Organic» в кормлении молодняка мясных пород в период доращивания / Б.Т. Абилов, Г.Т. Бобрышова, А.И. Зарытовский и др. // Вестник Рязанского государственного университета имени П.А. Костычева.- 2018. – № 2 (38).– С.5-9

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

3. Грачев, Н.Н. К вопросу о методах моделирования комплексной оценки экологической и профессиональной опасности в сельском хозяйстве / Н.Н. Грачев, А.В. Денисов, И.С. Машков и др.// Вестник Рязанского государственного университета имени П.А. Костычева –2018.– № 2 (38). –14-20

4. Корсаков, К.В. Использование добавки на основе гуминовых кислот / К.В. Корсаков, А.А. Васильев, С.П. Москаленко и др.// Птицеводство. – 2018. – №5.–С.22-25

5. Корсаков, К.В. Препарат на основе гуминовых кислот в рационе цыплят-бройлеров / К.В. Корсаков, А.А. Васильев, Е.С. Петраков и др.// Зоотехния. – 2018. – № 8.–С.104-112

6. Мухина, И.Н. Повышение эффективности стартовых кормов для лососевых рыб путем введения биологически активных добавок/ И.Н. Мухина: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10/ Москва, 2003 –28 с.

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

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

9. Торжков, Н.И. Программный комплекс «Рацион 2+» для составления и балансирования рационов для сельскохозяйственных животных / Н.И. Торжков, Ж.С. Майорова// Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5.- С. 216-217

10. Федоскина, И.В. Особенности анализа спроса на сельскохозяйственную продукцию / И.В. Федоскина, Ю. Кострова// Вестник Рязанского государственного университета имени П.А. Костычева. –2009. – № 2.- С. 50-51

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

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

13. Blancheton J.P. Recent developments in recirculation systems. – Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presented at the International conference «Aquaculture Europe 2002». – Italy, Trieste, 2002.

14. Blancheton J.P, Belaud A.A. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Mod-el Farm recirculating system: comparison with a flow through system.–Aquaculturalengineering,2009.-Vol.40–№3.

EFFICIENCY OF USE OF NON-MODIFIED MICROPOROUS HUMIC ACIDS FROM LEONARDITE IN THE DIET OF CARP

Nefedova Svetlana A., *doctor of biology and science, professor of the department of zootechnology and biolo-gy, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, nefedova-s-a@mail.ru*

Korovushkin Alexey A., *doctor of biology and science, professor of the department of zootechnology and bi-ology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, korovuschkin@mail.ru*

Yakunin Yury V.*, art. lecturer, department of machine and tractor park operation, Ryazan State Agrotechno-logical University Named after P.A. Kostychev, Yakunin0104@yandex.ru*

Baryshev Roman V., *postgraduate student, department of zootechny and biology, Ryazan State Agrotechno-logical University Named after P.A. Kostychev, barishev62@yandex.ru*

The article is devoted to use in feeding of carp (Cyprinus carpio Linnaeus) of leonardite. Fish its effectiveness undeservedly little studied. Compound feed, which includes leonardite, is effective in obtaining a large planting material of carp, provides the necessary for commercial fish farming growth and development of fish grown in a closed water supply unit (WSU). Humic acids from leonardite exhibit the properties of a universal component for fish trophies, which can improve fish productivity, which determines the successful management of aqua-culture. A study of the fish-biological parameters of fingerlings, were grown produce low WSU until the age of 90 days, with the aim of obtaining large planting material, when used in their diet is not modified microporous humic acids that form the basis of leonardite, showed that these organic substances effectively, they stimu-late the growth indices of juvenile carp. Thus, when comparing the experimental and control groups on the main indicators, all of them were higher in those juveniles who received modified feed with leonardite in the diet. During the period of growing juveniles up to the age of 90 days at the density of planting in one basin of the main WSU on average 500 pieces, the difference between the fish from the experimental and control groups in favor of the first was: survival rate of 3%, live weight by the end of the experiment 13.9%, absolute growth of 13.9%, average daily growth of 13.5%, relative growth of 9 562.0%. Based on the results of the ex-periment in WSU, enrichment of productive qualities of feed production "Limcom" used in the feeding of plant-ing material carp, humic acids extracted from lignite, an increase of the fish-biological indicators in average by 13.4 %, which is economically beneficial to farmers engaged in pond aquaculture.

Key words: *humic acid extracted from lignite, not modified microporous humic acid, feed, aquaculture, stock-ing material of carp.*

Literatura

1. *Abilov B.T.. Bobryshova A.I. Effektivnost ispolzovaniya belkovogo kontsentrata «Organic» v korm-lenii molodnyaka myasnykh porod v period dorashchivaniya / B.T. Abilov. G.T. Bobryshova. A.I. Zarytovskiy i dr. – Vestnik RGATU. 2018. – № 2 (38).*
2. *Gamko L.N.. Shepelev S.I. Primeneniye mineralno-vitaminnykh dobavok pri vyrashchivanii mo-lodnyaka krupnogo rogatogo skota / L.N. Gamko. S.I. Shepelev. S.E. Yakovleva. – Vestnik RGATU. 2018. – № 2 (38).*
3. *Grachev N.N.. Denisov A.V. K voprosu o metodakh modelirovaniya kompleksnoy otsenki ekologi-cheskoy i professionalnoy opasnosti v selskom khozyaystve / N.N. Grachev. A.V. Denisov. I.S. Mashkov i dr. – Vestnik RGATU. № 2 (38)*
4. *Korsakov K.V.. Vasilyev A.A. Ispolzovaniye dobavki na osnove guminovykh kislot / K.V. Korsakov. A.A. Vasilyev. S.P. Moskalenko i dr. – Ptitsevodstvo. – 2018. – №5.*
5. *Korsakov K.V.. Vasilyev A.A. Preparat na osnove guminovykh kislot v ratsione tsyplyat-broylerov / K.V. Korsakov. A.A. Vasilyev. E.S. Petrakov i dr. – Zootekhniya. – 2018. – № 8.*
6. *Mukhina I.N. Povysheniye effektivnosti startovykh kormov dlya lososevykh ryb putem vvedeniya biologicheski aktivnykh dobavok. – Avtoreferat dissertatsii…kandata nauk…Moskva. 2003.– 28 s.*
7. *Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb / I.F. Pravdin. – M.:Pishchevaya promyshlennost. 1966. – 376 s.*
8. *Prevezentsev Yu.A. Praktiku po prudovomu rybovodstvu / Yu.A. Prevezentsev. - M.: Pishchevaya promyshlennost. 1982. – 23 s.*
9. *Torzhkov N.I.. Mayorova Zh.S. Programmnyy kompleks «Ratsion 2+» dlya sostavleniya i balan-sirovaniya ratsionov dlya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh / N.I. Torzhkov. Zh.S. Mayorova. - Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya – 2015. – № 5.*
10. *Fedoskina I.V. Osobennosti analiza sprosa na selskokhozyaystvennuyu produktsiyu / I.V. Fe-doskina. Yu. Kostrova. – Vestnik RGATU. 2009 g. – № 2.*
11. *Chugunova N.I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb. – M.: Pishchevaya promyshlen-nost.1959. – 165 s.*
12. *Sbornik normativno-tekhnologicheskoy dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu. – Moskva. Ag-ropromizdat. – 1986. – 317s.*
13. *Blancheton J. P. Poslednie razrabotki v sistemax recirkulyacii. - Morskoe delo segodnya i zavtra: tezisy dokladov i rasshirennye soobshheniya, predstavlennye na mezhdunarodnoj konferencii «Akvakultura Evropy` 2002». - Italiya, Triest, 2002.*
14. *Blancheton J. P, Belaud A.A. Kachestvo vody i proizvoditelnost raduzhnoj foreli v datskoj sisteme recirkulyacii Mod-el Farm: sravnenie s protochnoj sistemoj. - Akvakulturnaya inzheneriya, 2009.- Tom. 40. - № 3.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕССА ПОЛИВА

АХТЯМОВ Андрей Андреевич, *аспирант направления подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве», nechaew2011@yandex.ru*

РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович, *д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология металлов и ремонта машин», ryazantsev.41@mail.ru*

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

БОЙКО Александр Игоревич, *доцент, зав. кафедрой « Автомобильные дороги и строительство»,*

КОЛОШЕИН Дмитрий Владимирович, *ст. преп. кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», dkoloshein@mail.ru*

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

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Целью исследования являлось теоретическое обоснование и практическая реализация нового способа полива гидромелиоративной машиной «Фрегат» с гидроприводом на сложном рельефе с минимальными затратами на модернизацию и энергозатратами. Объектом исследования является экспериментальный кран-задатчик скорости, устанавливаемый на гидромелиоративную машину. Исследования проводились в сравнении с показателями машин серийного производства. В ходе исследования было установлено, что существующая технология полива не отвечает необходимым требованиям гидромелиорации и имеет низкую степень экономической эффективности. Предлагаемая технология полива решает вопрос неравномерного распределения влаги по площади, повышает урожайность и снижает стоимость обслуживания машины вследствие уменьшения числа поломок. Имеющиеся модернизации дождевальной машины (ДМ) «Фрегат», позволяющие работать по предлагаемой технологии, сложны по конструкции, ненадежны и имеют относительно высокую стоимость модернизации и сезонного обслуживания. С целью увеличения экономии средств и упрощения процесса модернизации серийных машин был разработан и протестирован кран-задатчик скорости, позволяющий снизить риск эрозии почв, застревания колес тележек и, тем самым, простой машины с необходимостью ее ремонта. Главной особенностью экспериментального крана-задатчика скорости является его горизонтальное расположение относительно тележки. Два плеча с увеличенной длиной позволяют задавать поливную норму путем касания вех в начале каждого сектора, где не*обходимо сменить скорость движения машины. Таким образом, происходит регулирование поливной нормы, выдаваемой машиной при ее движении по орошаемой площади. Получившийся экономический эффект позволяет утверждать о положительных результатах в проведенных исследованиях.*

Ключевые слова: *ДМ «Фрегат», кран-задатчик скорости, технология полива, модернизация, автоматизация технологии полива.*

Введение

Орошение – способ подвода воды на поля с недостаточным увлажнением. В Российской Федерации около 80% площадей, отведенных под сельское хозяйство, находятся в зонах недостаточного или неустойчивого увлажнения. Это усугубляется тем фактом, что значительная часть пахотных земель располагается на сложном рельефе с коэффициентом уклона поверхности >0,5. Существующая технология полива не справляется с поставленной задачей, так как большая часть осадков стекает по склону, вызывая эрозию почв. Эффективность такого орошения крайне низка.

Исходя из этого, нами предложена модернизация серийной ДМ «Фрегат» с гидроприводом с целью повышения качества орошения площадей со сложным рельефом и снижения общих эксплуатационных затрат.

Объекты и методы

Существующая технология полива склоновых

© Ахтямов А. А., Рязанцев А. И., Гаврилина О .П., Бойко А. И., Колошеин Д. В., Борычев С. Н., 2019 г.

земель предусматривает равномерное распределение слоя осадков по всей орошаемой площади [1].

Перед пуском машины устанавливается требуемая поливная норма, регулируемая краном-задатчиком скорости на последней тележке. Изменение положения крана-задатчика скорости приводит к увеличению или уменьшению нормы полива и продолжительности одного оборота машины.

В таблице приведены значения расходуемой воды при различных положениях крана-задатчика скорости.

Таблица – Расход воды при различных положениях крана-задатчика скорости, при расходуемом количестве воды за проход 100 м³/га

Положение крана-задатчика	Открыт	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Расход, л/с	240	260	300	340	550	1060	1250	Кран закрыт

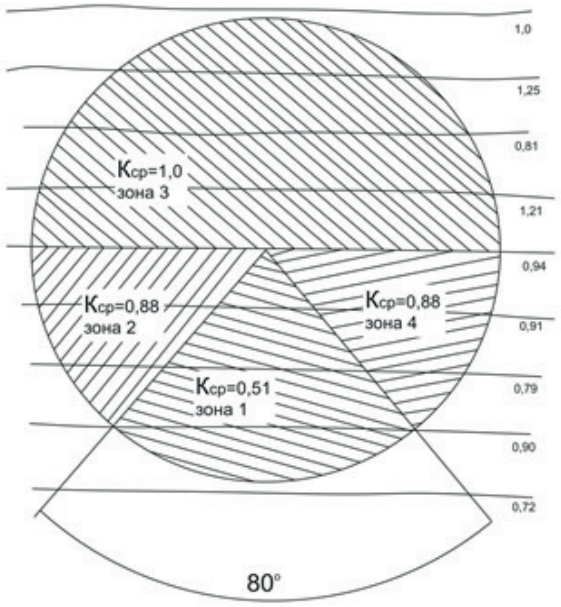
Недостатком существующей технологии полива является то, что ее применение допустимо при поливе относительно ровных участков. При ее применении на склонах отмечается обильное увлажнение участков, имеющих высокую предполивную влажность. Технология не учитывает закономерности распределения влаги по склону. Меньшее увлажнение почвы имеется на участках с выпуклыми формами рельефа и более высокое – с вогнутыми. Влажность почвы склонов вогнутого профиля возрастает от вершины склонов к подошве и уменьшается в обратном направлении на склонах выпуклого рельефа.

Точный учет влагозапасов почвы является одним из необходимых условий определения поливных норм. Существующие способы оценки влажности почвы можно признать удовлетворительными лишь для условий спокойного рельефа.

Неравномерность увлажнения при холмистом рельефе определяется неодинаковым расходом влаги на испарение со склонов различной крутизны и ориентации, а также перераспределением зимних и летних осадков. В пониженных частях рельефа, как правило, происходит скопление снега за счет сдувания его с возвышенных мест. С наветренных склонов снег сдувается, а на подветренных мощность снегового покрова увеличивается. Увлажнение почвы за счет дождей в разных местоположениях также неравномерное. На вершинах холмов или водоразделах часть дождевой воды проникает в почву, а остальная стекает вниз по склонам; приток воды увеличивается за счет воды, притекающей с вышележащих участков. Приток дополнительной влаги увеличивается книзу, достигая максимальных величин у подножий склонов и в долинах.

Предложенная технология полива на склоне предполагает корректировку выдаваемой поливной нормы в процессе движения машины по склону таким образом, чтобы изменение слоя дождя выравнивало влажность почвы по склону.

Основанием для определения составных элементов новой технологии полива являются данные, характеризующие изменчивость предполивной влажности почвы по склону. Орошаемый участок условно делится на сектора с относительно равной предполивной влажностью почвы (рис. 1)



Зона 1 – с высокой предполивной влажностью почвы; зоны 2, 4 – с умеренной предполивной влажностью почвы; зона 3 – с низкой предполивной влажностью почвы

Рис.1 – Характеристика зон участка по степени распределения предполивной влажности почвы по склону

Разбивка орошаемого участка на зоны производится с помощью теодолита. По краям орошаемого круга помещают постоянные вехи с высотой 0,8-1,5 м (рис. 2.).

Для орошения на склоне гидромелиоративную машину размещают поперек склона, затем по мере ее движения через заданную часть орошаемого круга с относительно равной предполивной влажностью осуществляют изменение поливной нормы в соответствии с графиком варьирования предполивной влажности. Посредством корректировки поливной нормы в процессе передвижения машины по склону обеспечивается подача меньшего слоя осадков на участки, имеющие высокую предполивную влажность, и увеличение слоя осадков на участке с низкой предполивной влажностью.

Такая технология позволяет не только сни-

зить опасность проявления ирригационной эрозии почв, но и сэкономить значительное количество поливной воды, оптимизировать использование почвенной влаги, а также обеспечивать необходимую несущую способность на всем пути следования тележек за счет изменения поливной нормы в зависимости от графика предполивной влажности.

Несущая способность почвы характеризует величину погружения ходовых колес. Традиционная технология обуславливает значительное повышение влажности в местах понижения рельефа, что является главным фактором увеличения глубины колеи до 30 см и более. Добиться уменьшения колееобразования возможно при помощи предлагаемой технологии полива за счет регулирования скорости полива на разных участках орошаемых площадей.

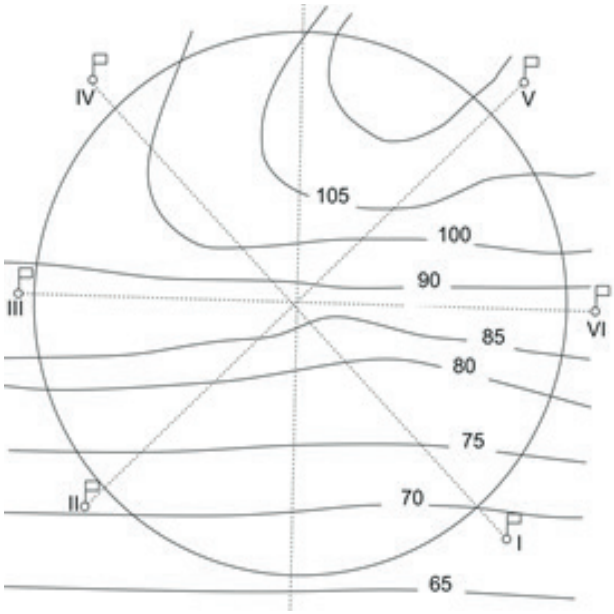


Рис. 2 – Схема разбивки орошаемого участка на зоны с относительно одинаковой влажностью почв

Как показал анализ изменения несущей способности почвы в зависимости от эффективных норм полива (300-600 м^3/га) для наиболее практически встречающихся типов почв и сложного по проходимости агрофона, несущая способность почвы резко снижается при увеличении значений достоковой нормы и еще в большей мере уменьшается при возрастании величины поверхностного стока. Так, увеличение поливной нормы с 290 до 500 м^3/га для среднесуглинистых черноземов вызывает уменьшение несущих свойств с 157 до 140 кПа, а при наличии стока (20-25%) – до 122 кПа, или в целом на 22%.

Недостатком известной дождевальной машины является увеличение трудозатрат на процесс полива из-за невозможности автоматического регулирования скорости движения ее последней тележки и зависимости от различных по почвенно-рельефным условиям и водообеспеченности секторов орошаемого круга. Это, в свою очередь, приводит к переполиву и недополиву в различных секторах орошаемой площади. Переполив в итоге вызывает колееобразование, которое приводит к снижению эффективности работы ДМ.

В Саратовском государственном аграрном университете им. Н.И.Вавилова было создано экспериментальное устройство автоматической регулировки скорости движения машины «Фрегат» и поливной нормы посредством замены на последней тележке крана-задатчика скорости движения на регулирующий клапан, управляемый по импульсным трубкам от кулачкового механизма, расположенного на неподвижной опоре машины.

Указанное техническое решение по автоматическому регулированию скорости движения машины «Фрегат» сложно по конструкции и ненадежно в работе.

Экспериментальная часть

С учетом перспективы эксплуатации гидромелиоративной машины «Фрегат», нами разработан и сконструирован экспериментальный кран-задатчик скорости.

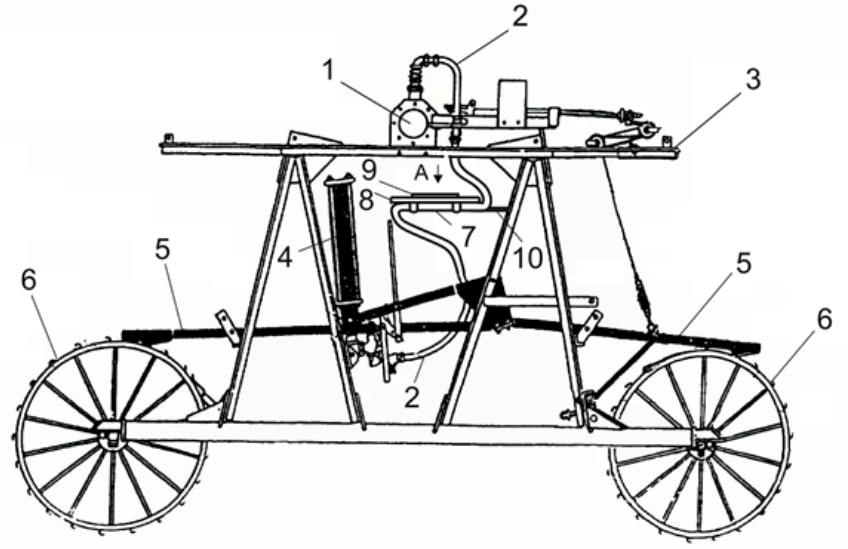
Целью конструктивного решения является снижение трудозатрат на процесс полива дождевальной машиной, а соответственно, обеспечение автоматического регулирования скорости движения (поливной нормы) ее последней тележки в зависимости от различных почвенно-рельефных условий и водообеспеченности секторов орошаемого круга.

Указанная цель достигается тем, что в многоопорной дождевальной машине, содержащей водопроводящий трубопровод, с напорным шлангом, самоходные тележки с гидроцилиндром, толкателями, колесными системами, краном-задатчиком скорости с циферблатом на последней тележке, шток крана-задатчика скорости оснащается двуплечим рычагом. Рычаг установлен с помощью кронштейна в горизонтальной плоскости с диаметрально противоположным направлением его плеч, которые при движении последней тележки многоопорной дождевальной машины попеременно открывают или закрывают кран-задатчик скорости при взаимодействии того или иного плеча рычага с установленными ограничительными вешками.

На рисунке 3 изображена самоходная тележка (последняя) многоопорной дождевальной машины кругового действия с гидроприводом.

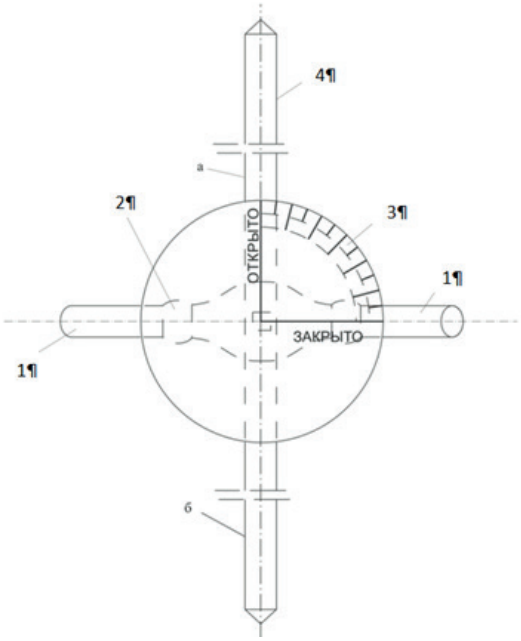
На рисунке 4 – кран-задатчик скорости; на рисунке 5 – схема движения многоопорной дождевальной машины по секторам орошаемого круга.

Многоопорная дождевальная машина кругового действия с гидроприводом содержит водопроводящий трубопровод с напорным шлангом, самоходные тележки с гидроцилиндром, толкателями, колесными системами и краном-задатчиком скорости с циферблатом на последней тележке, причем шток крана-задатчика скорости оснащен двуплечим рычагом, установленным посредством кронштейна в горизонтальной плоскости с диаметрально противоположным направлением его плеч (рис.4), которые при движении последней тележки машины попеременно открывают или закрывают кран-задатчик скорости при взаимодействии того или иного плеча рычага с установленными ограничительными вешками (рис.5).



1 – трубопровод, 2 – напорный шланг, 3 – самоходная тележка, 4 – гидроцилиндр, 5 – толкатель, 6 – колесная система, 7 – кран-задатчик скорости, 8 – циферблат, 9 – двуплечный рычаг, 10 - кронштейн

Рис. 3 – Самоходная тележка тележка (последняя) многоопорной дождевальной машины кругового действия с гидроприводом

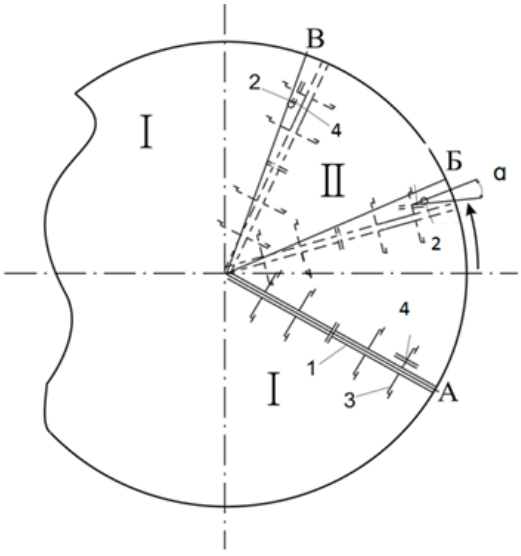


1 – трубопровод, 2 – кран-задатчик скорости, 3 – циферблат, 4 – плечи рычага а и б

Рис. 4 – Кран-задатчик скорости

Многоопорная дождевальная машина с гидроприводом работает следующим образом. При подаче воды из водопроводящего трубопровода через напорный шланг в гидроцилиндр самоходных тележек, машина посредством взаимодействия толкателей с ходовыми колесами начинает двигаться и производит полив сектора I орошаемого круга (рис. 5) со скоростью (величиной поливной нормы), заданной краном-задатчиком скорости последней тележки, оснащенным двуплечим рычагом и установленным посредством кронштейна в горизонтальной плоскости [2].

Дойдя до сектора II орошаемого круга (рис. 5) с отличными от сектора I характеристиками по почвенно-рельефным условиям и водообеспеченности, уменьшают или увеличивают величину поливной нормы посредством изменения скорости движения последней тележки машины. В частности, на схеме (рис. 5) производят уменьшение скорости движения посредством перекрытия крана-задатчика скорости последней тележки машины на угол α с помощью взаимодействия плеча а (рис.5) рычага с ограничительной вешкой. После окончания полива сектора II орошаемого круга с уменьшенной скоростью движения машины (с увеличенной поливной нормой) (поз.В) рычаг крана- задатчика скорости своим плечом б (рис. 5) взаимодействует с ограничительной вешкой (рис. 5) и приоткрывает его на угол α, обеспечивая продолжение работы машины со скоростью движения, соответствующей режиму полива I сектора орошаемого круга.



1 – трубопровод, 2 – вешка, 3 – самоходная тележка, 4 – плечо рычага

Рис. 5 - Схема движения многоопорной дождевальной машины по секторам орошаемого круга

Результаты

По расчетам разность стоимости производства машины с усовершенствованным краном-задатчиком относительно серийной стоимость увеличилась на 10750 рублей. Данный расчет был выполнен путем подсчета затрат на модернизацию серийной машины.

Экономия расходов на воду за поливной сезон сумма составляет до 60000 рублей. Данный расчет был произведен сравнением среднего водопотребления ДМ «Фрегат» с 16 тележками серийного производства и модернизированной версией за один круг полива. По отчетам за предшествующие годы был взят средний показатель пройденных кругов ДМ «Фрегат» за поливной сезон и вычислено теоретическое среднее водопотребление серийной и модернизированной машин. Все суммы указаны на 2018 год.

Выводы

Внедрение усовершенствованной ДМ кругового действия «Фрегат» на площадях со сложным рельефом обеспечивает достижение следующих технико-экономических эффектов в хозяйстве:

– обеспечивается экологическая безопасность полива склонового участка поля (при этом экологичность дождевания обеспечивается значительным снижением поверхностных стоков с орошаемого участка и, как следствие, уменьшением смыва плодородного слоя почвы);

– обеспечивается высокое качество орошения с улучшением равномерности распределения слоя дождя по орошаемой площади, включая склоновые участки поля, характеризующееся повышением показателей эффективного использования водных ресурсов;

– обеспечивается значительная экономия затрат воды, связанных с ее перерасходом при работе машины на склоновом участке, до 500 тыс. литров за проход, что за год при четырех поливах составляет около 2 млн литров;

– уменьшаются затраты электрической энергии насосными станциями, при групповой работе дождевальных машин, на 10-20%, тем самым снижается себестоимость производимой сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Рязанцев, А.И. Технологические особенности полива участков со сложным рельефом машиной «Фрегат»/ А.И. Рязанцев, А.О. Антипов, А.А. Ахтямов // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции с международным участием.- Рязань: Издательство РГАТУ, 2018. – С. 178-181.

2. Патент РФ №180746. Многоопорная дождевальная машина кругового действия с гидроприводом./ Рязанцев А. И., Антипов А. О., Рембалович Г.К., Ахтямов А. А., Евсеев Е. Ю. –Опубл. 22.06. 2018; Бюлл. №18

3. Рекомендации по обоснованию рациональной технологии полива склоновых земель машиной "Фрегат" / Укр. НИИ гидротехники и мелиорации, Молд. фил. - Кишинев : Картя молдовеняскэ, 1990. – 34 с.

4. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин. Учебное пособие для студентов вузов по направлению 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", профиль "Автомобильный сервис"/ Рязанцев А.И., Антипов А.О., Смирнова Е.А. – Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2018. – 246 с.

IMPROVING THE TAP-MASTER OF DM "FRIGAT" WITH A HYDRAULIC ACTUATOR TO AUTOMATE THE PROCESS OF WATERING WITHOUT ADDITIONAL POWER CONSUMPTION

Akhtyamov Andrey A., *post graduate student areas of training 35.06.04 "Technology, mechanization and power equipment in agriculture, forestry and fisheries", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev , nechaew2011@yandex.ru*

Ryazantsev Anatoliy I., *doctor of engineering. Professor of the Department of metal technology and machine repair, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, ryazantsev.41@mail.ru*

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

Boyko Alexander I., *associate Professor, head of the Department "Roads and construction", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev.*

Koloshein Dmitry V., *senior lecturer of the Department "Construction of engineering structures and mechanics", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, dkoloshein@mail.ru*

Borychev Sergey N., *doctor of technical Sciences, Professor of "Construction of engineering structures and mechanics", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, 89066486088@mail.ru*

The aim of the research is the theoretical justification and practical implementation of the new method of irrigation irrigation and drainage machines "Frigat" with hydraulic drive for complex tasks of modernization and energy consumption. The object of the study is an experimental speed-adjusting crane installed on a water reclamation machine. The studies were conducted in comparison with indicators of machine production. In the course of research it was found that the existing technology does not meet the requirements of irrigation and drainage and has a low degree of economic efficiency. The issue of uneven distribution of the owner by area, high productivity and low cost of maintenance is being addressed. DM "Frigat", which allows you to work on the proposed technologies, does not require the cost of modernization and seasonal maintenance. In order to increase cost savings and develop new models of machines, a speed control crane has been developed and tested to reduce the risk of machine destruction. The operation of the trolley is the horizontal arrangement

of the trolley. The speed of the machine can be increased. Thus, regulation of the irrigation rate occurs. The resulting economic effect allows us to argue about the positive results in the studies.

Key words: *DM "Frigat", speed setting crane, irrigation technology, modernization, automation of irrigation technology.*

Literatura

1. Ryazancev A.I., Antipov A.O., Ahtyamov A.A. Tekhnologicheskie osobennosti poliva uchastkov so slozhnym rel'efom mashinoj «Fregat» // Tendencii razvitiya agropromyshlennogo kompleksa glazami molodyh uchenyh, materialy nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 2018. – S. 178-181.

2. Mnogoopornaya dozhdeval'naya mashina krugovogo dejstviya s gidroprivodom. RF / Ryazancev A. I., Antipov A. O., Rembalovich G.K., Ahtyamov A. A., Evseev E. YU. Patent №180746, 2018

3. Rekomendatsii po obosnovaniju ratsional'noj tehnologii poliva sklonovyh zemel' mashinoj "Fregat" / Ukr. NII gidrotehniki i melioratsii, Mold. fil. - Kishinev : Kartja moldovenjask`e, 1990. – 34 s.

4. Ryazancev A.I., Antipov A.O., Smirnova E.A. Povyshenie ekspluatacionnyh pokazatelej transportnyh sistem mnogoopornyh mashin. Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov po napravleniyu 23.03.03 "Ekspluataciya transportno-tekhnologicheskih mashin i kompleksov", profil' "Avtomobil'nyj servis" – Kolomna, 2018. – 246 s.

УДК 631.816.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ ТВЁРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

БЫШОВ Николай Владимирович, *д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, byshov@rgatu.ru*

МАКАРОВ Валентин Алексеевич *д-р техн. наук, профессор, va_makarov@rambler.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева,

ГАСПАРЯН Светлана Валентиновна, *канд. экон. наук, доцент, Академия права и управления ФСИН gasparyan.svetlana@yandex.ru*

МАКАРОВА Ольга Владимировна, *д-р экон. наук, профессор, Академия права и управления ФСИН, m_ov+2302@bk.ru*

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, *д-р техн. наук, доцент, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, shem.alex62@yandex.ru*

Стремление сельхозпроизводителей к получению максимальных урожаев зерновых культур явилось основой широкого применения твёрдых минеральных удобрений. Разнообразие почв и различие их по плодородию требуют при внесении минеральных удобрений сочетания их по видам и дозам элементов минерального питания. Учитывая, что растениям одновременно требуются различные питательные элементы, а содержание их в почве не всегда соответствует требуемым нормам и видам, возникает необходимость их внесения с учетом требований зерновых культур под планируемую урожайность. В международной научной литературе существуют различные термины и определения, которые, как правило, являются синонимами или обозначают основные элементы точного земледелия. По определению Wemer, точное земледелие является частью информационно управляемого производства растениеводческой продукции, которое учитывает пространственную и временную изменчивость почвенных и климатических условий [1]. Привлекательность точного земледелия определяется экономической эффективностью на уровне сельскохозяйственного предприятия. Если при поверхностном внесении одного вида удобрений качество работы машин оценивается по равномерности распределения частиц по полю, то при внесении смеси удобрений качественные показатели зависят от распределения частиц каждого из ее компонентов. Частицы одного вида удобрений различаются размерами и формой, коэффициентами внешнего и внутреннего трения, плотностью и коэффициентами парусности и по ряду других признаков обладают свойствами смесей [2,3]. Основной показатель функционирования машин для внесения минеральных удобрений – качество рассева и распределения питательных веществ в почве.

Ключевые слова: *минеральные удобрения, плодородие, бункер, высевающий аппарат, теория вопроса.*

© Бышов Н. В., Макаров В. А., Гаспарян С В., Макарова О. В., Шемякин А. В., 2019 г.

Введение

Актуальна цель исследования – теоретически обосновать и наметить пути повышения равномерности рассева твёрдых минеральных удобрений по поверхности поля и под зерновые культуры.

Материал и методы исследования

Гранулометрический состав удобрений, по мнению ряда исследователей, является важной характеристикой, влияющей на систему их применения и урожайность [4,5].

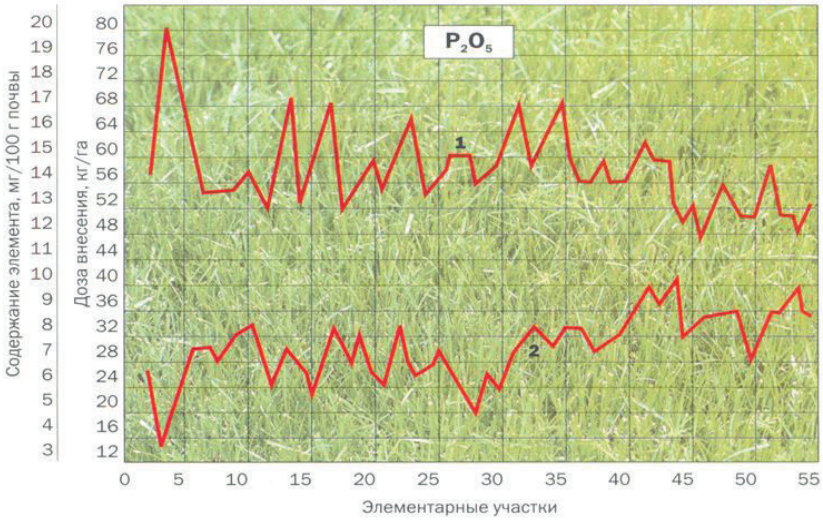
При этом учитывается, что основное внесение нескольких видов удобрений по традиционным технологиям может осуществляться путем:

– последовательного внесения однокомпонентных удобрений;

– внесения предварительно приготовленных тукосмесей.

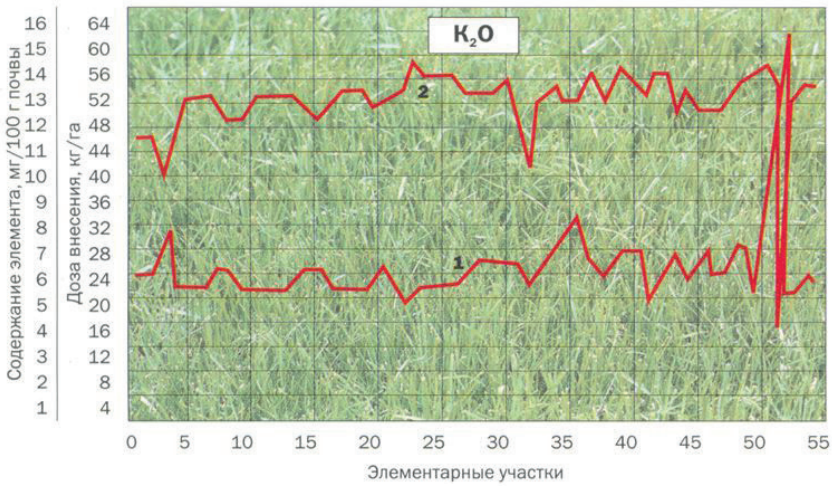
В то же время отсутствие машин для адаптивного внесения тукосмесей является основной причиной ограниченного их применения в технологиях возделывания зерновых культур [6,7,8].

Рассмотренные технологии и технические средства, предназначенные для внесения минеральных удобрений и их смесей, по усредненным показателям,определяются агротехникой для всего поля. Эти технологии широко применялись во второй половине 20 века при больших объёмах внесения средств химизации. Недостатком применения таких технологий является низкая агрономическая и соответственно экономическая эффективность использования минеральных удобрений, экологическая опасность, связанная с избытком доз питательных элементов по отдельным участкам поля, приводящим к накоплению нитратов в почве, растениях, соответственно, к недобору урожая и созданной при этом антропогенной неоднородности участков поля по питательным веществам (рисунки 1,2).



1 – доза внесения, кг/га; 2 – содержание элементов на 100 г почвы, мг

Рис. 1 – Зависимость дозы внесения от содержания в почве поля фосфора по элементарным участкам



1 – доза внесения, кг/га; 2 – содержание элементов калия на 100 г почвы, мг

Рис. 2 – Зависимость дозы внесения от содержания в почве поля калия по элементарным участкам

Результаты и обсуждение

Как уже отмечалось ранее, реализация адаптивных технологий поверхностного внесения удобрений при возделывании зерновых культур сдерживается отсутствием серийного выпуска машин, обеспечивающих точное дозирование и равно-

мерное распределение как однокомпонентных удобрений, так и их смесей по поверхности поля.

На рисунке 3 приведена зависимость потерь урожая от неравномерного внесения смесей минеральных удобрений машинами для поверхностного внесения, оборудованными бросковыми рабочими органами. Зависимость, описывающая потери урожая от неравномерного распределения удобрений (NPK), аналогичные для разных культур, получена путем обработки данных агрохимических исследований по различным природно-климатическим зонам России [9,10].

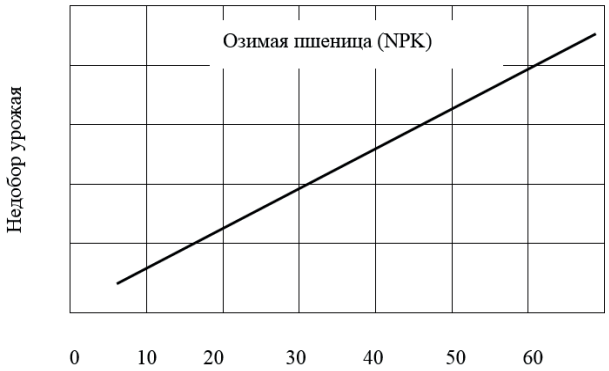


Рис. 3 – Потери урожая от неравномерного внесения твёрдых минеральных удобрений

Количественная оценка машин для рассева удобрений по поверхности поля с рабочими органами броскового типа оценивается по коэффициенту вариации V_s .

$$V_s = 100\frac{\sigma_F}{\overline{q}_F}, \qquad (1)$$

где σ_F – среднеквадратическое отклонение доз, равное:

$$\sigma_F = \sqrt{\frac{\Sigma(q_i - \overline{q}_F)^2}{k-1}}, \qquad (2)$$

$\overline{q}_F$ – среднее значение количества удобрений, попавших в улавливатель;

q_i – текущее значение доз удобрений;

k – количество оцениваемых доз.

Анализ зависимостей изменения соотношения компонентов от времени истечения t и рассева удобрений показывает, что они могут быть аппроксимированы линейной функцией вида:

$$C_t = a + b \cdot t, \qquad (3)$$

где a, b – опытные коэффициенты.

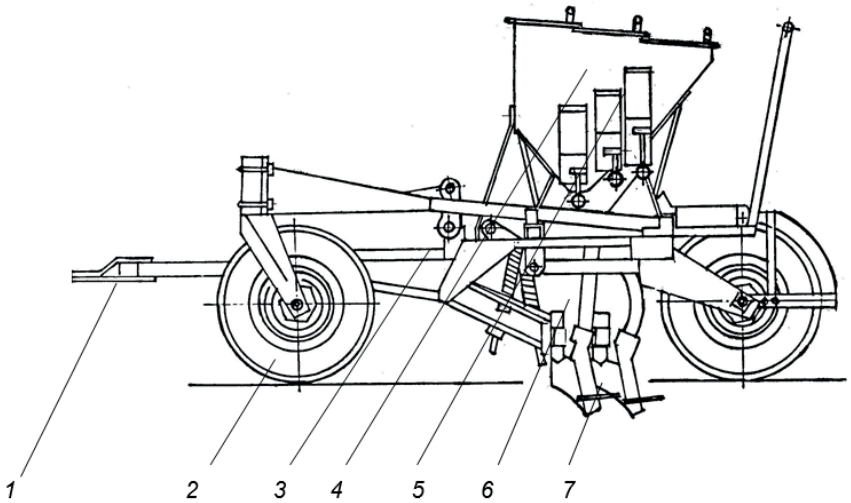
Из уравнения (3) видно, что свободный член a соответствует начальному соотношению компонентов смеси, а коэффициент b = tgε – скорости изменения соотношения компонентов.

Решение задачи по снижению неравномерности рассева может быть найдено созданием машины, например, для внутрипочвенного дифференцированного внесения одновременно трёх различных видов удобрений из бункера с отделениями для каждого вида, оборудованными индивидуальными катушечными высевающими аппаратами по отделениям (рис. 4).

В то же время равномерность распределения удобрений в почве машинами для дифференцированного координатного внутрипочвенного внесения можно исследовать с помощью теории вероятностей.

Исследованиями установлено, что конструктивные особенности катушечного высевающего аппарата позволяют исключить возможность сегрегации удобрений при истечении из отделений бункера и при поступлении их в смесительные воронки по тукопроводам и к сошникам соответственно.

В случае неравномерности высева отдельными аппаратами интервалы между порциями удобрений образуются суммированием рядом расположенных интервалов.



1 – прицепное устройство, 2 – колеса, 3 – рама, 4 – бункер, 5 – высевающие аппараты, 6 – тукопроводы, 7 – тукозаделывающие рабочие органы

Рис. 4 – Машина дифференцированного внутрипочвенного внесений удобрений

При одновременном внесении нескольких видов получение интервала S_p=t между высеваемыми порциями равносильно совместному появлению событий $П_o(p)$ и $П_1(p)$.

Так как эти события независимы, то вероятность их совместного появления равна произведению вероятностей:

$$P\,[П_o(p)] = q_{уд} \text{ и } P[П_1(p)] = q_{уд}, \quad (4)$$

где $q_{уд}$ – вероятность распределения удобрений по видам.

При внесении, например, азотных и калийных удобрений совместно при соотношении их k:n уравнение можно записать в виде:

$$q_{уд} = (kq_к+nq_N)/(k+n), \quad (5)$$

где n,k – показатели содержания соответственно азота и калия в смеси;

q_N – вероятность распределения азота;

q_K – вероятность распределения калия.

Если k и n выразить в долях единицы, то для двухкомпонентной смеси

k + n = l тогда можно записать:

$$P[П_o(p) \text{ и } П_1(p)] = q^2уд = [(k\cdot q_к+z\cdot q_c)/(k+z)]^2 = (k\cdot qк+ +z\cdot qc)^2. \quad (6)$$

Чтобы определить вероятность $P(S_p = t)$ появления интервала между удобрениями S_p = t, необходимо вероятность $П_o[(p)$ и $П_1(p)]$ умножить на «вес». Этот «вес» определяется из соотношения

$$(\lambda_{ск} = \lambda_{сс})/(\lambda_{рк} + \lambda_{рс}), \quad (7)$$

где $\lambda_{ск}$ и $\lambda_{сс}$ – плотность размещения порций азота и калия;

$\lambda_{рк}$ и $\lambda_{рс}$ – плотность размещения азота и калия (в борозде для машин внутрипочвенного внесения);

Поскольку $\lambda_{рк}/\lambda_{ск} = q_к$ и $\lambda_{рс}/\lambda_{сс} = q_c$ и при высеве удобрений с отношением азота к калию $\lambda_{ск} : \lambda_{сс}$ = k : n, то, сделав необходимые преобразования, получим

$$(\lambda_{ск}+\lambda_{сс})/(\lambda_{рк}+\lambda_{рс}) = (k+n)/(k_{qк}+n_{qс}) = 1/(k\cdot q_к+n\cdot q_c). \quad (8)$$

Таким образом, имеем:

$$P(S_p = t) = P[П_0(p) \text{ и } П_1(p)]/(k\cdot q_к + nq_c) = =(k\cdot q_к + n\cdot q_c)^2/(k\cdot q_к+n\cdot q_c) = k\cdot q_к+nq_c. \quad (9)$$

Появление интервала S_p = 2t равносильно появлению нулевого и второго и не появлению первого удобрения смеси (азотных, калия и фосфора), т. е. произведению событий $П_0(p)$ и $П_1(O)$ и $П_2(p)$. Вероятность такого события может быть записана в виде:

$$P[П_0(p) \text{ и } П_1(O) \text{ и } П_2(p)] = (k\cdot q_к + n\cdot q_c)^2\cdot q_{0\ уд}, \quad (10)$$

где $q_{0\ уд}$ – вероятность не появления определённого вида удобрений.

Ввиду того, что

$$q_{0\ уд} = 1 - q_{уд} = 1 - (k\cdot q_к nq_c)/(k+n) =[k(1 - q_к) +nz(1- - q_c)]/(k+n) = k\,q_{0к} + n\,q_{0\ c}, \quad (11)$$

то вероятность интервала S_p = 2t

$$P(S_p = 2_t) = P[П_0(p) \text{ и } П_1(O) \text{ и } П_2(p)]/(kq_к + nq_c) = = (kq_к + znq_c)/(kq_{0\ к} + nq_{0\ c}), \quad (12)$$

где $q_{0\ к}$ и $q_{0\ c}$ – вероятность не появления удобрений.

Вероятность события S_p

$$S_p = nt - P[П_0(p) \text{ и } П_1(O) \text{ и } \ldots \text{ и } П_{n-1}(O) \text{ и } П_n(O)] = =(kq_к + nq_c)^2\cdot(k\cdot q_{0\ к} + nq_{0\ c}). \quad (13)$$

$$P\,(S_p=n\cdot t) = P\,[П_0(p) \text{ и } П_1(0) \text{ и}\ldots\text{и } П_{n-1}(0) \text{ и } П_n(P)]/(k\cdot q_к+nq_c) = (kq_к+nq_c)(kq_{0к} +nq_{0c}) \quad (14)$$

Таким образом, интервалы между порциями удобрений смеси при совместном внесении – случайная величина, принимающая значения, близкие к величинам, кратным шагу t выброса удобрений пазами дозирующих катушек бункера.

В этом случае ряд распределения этой величины примет вид:

$$\begin{vmatrix} S_p \\ P(S_p = nt) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} t \\ kq_c + nq_c \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2\cdot t \\ n(kq_к + nq_c)(kq_{0к} + nq_{0c}) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 3\cdot t \\ (k\cdot q_к + n\cdot q_c)(k\cdot q_{0к} + n\cdot q_{0c})^2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \cdots \\ \cdots \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \cdots \\ \cdots \end{vmatrix} \begin{vmatrix} n\cdot t \\ (k\cdot q_к + n\cdot q_c)(k\cdot q_{0к} + n\cdot q_{0c})^{n-1} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \cdots \\ \cdots \end{vmatrix} \quad (15)$$

Из ряда распределения следует закон распределения интервалов между порциями удобрений смеси, который запишется в виде:

$$F(S_p) = \sum_{i=1}^{m} (k\cdot q_к + z\cdot q_c)(k\cdot q_{0к} + z\cdot q_{0c})^{i-1}, \quad m = E(S_p/t)+1, \quad (16)$$

где $E(S_p/t)$ – функция целой части числа.

Начальные моменты первого μ_1 и второго μ_2 порядков величины S_p будут представлены в виде:

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^{m} nt(k\cdot q_к + n\cdot q_c)(k\cdot q_{0к} + n\cdot q_{0c})^{i-1} = = \frac{1}{k\cdot q_к + n\cdot q_c}; \quad (17)$$

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^{n} n^2t^2(k\cdot q_к + nq_c)(k\cdot q_{0к} + n\cdot q_{0c})^{n-1} = = \frac{t^2\left[2-(k\cdot q_к + n\cdot q_c)\right]}{(k\cdot q_к + n\cdot q_c)^2}. \quad (18)$$

Используя известные соотношения между начальными и центральными моментами, можно получить зависимости для числовых характеристик случайной величины S_p:

математическое ожидание (среднее значение интервала)

$$mS_p = t/(kq_к + nq_c); \quad (19)$$

среднеквадратическое отклонение

$$\sigma\cdot S_p = t\sqrt{1-(k\cdot q_к + n\cdot q_c)}/(k\cdot q_к + n\cdot q_c); \quad (20)$$

коэффициент вариации

$$v\cdot S_p = \sqrt{1-(k\cdot q_к + n\cdot q_c)}. \quad (21)$$

Таким же образом можно определить числовые характеристики интервалов между порциями удобрений смеси. Математическое ожидание (средняя величина интервала между порциями удобрений) может быть записана в виде:

$$mS_p = t/(k \cdot q_к); \quad (22)$$

Тогда среднеквадратическое отклонение запишется в виде:

$$\sigma \cdot S_к = t\sqrt{1 - k \cdot q_к}/(k \cdot q_к); \quad (23)$$

коэффициент вариации:

$$v \cdot S_к = \sqrt{1 - k \cdot q_к}, \quad (24)$$

где t – шаг выброса смеси удобрений высевающим аппаратом;

k – содержание удобрений в порции в долях единицы.

Приведенные формулы для определения числовых характеристик интервалов между порциями удобрений позволяют рассчитывать оценочные показатели качества работы высевающих аппаратов машины для внесения при совместном высеве трёх видов удобрений и определять норму высева компонентов, необходимую для обеспечения оптимального питания растений.

Выводы

Применяемые технические средства для одновременного внесения нескольких видов минеральных удобрений при возделывании зерновых культур не удовлетворяют требованиям точного земледелия из-за несоответствия доз вносимых питательных элементов потребностям культур, из-за низкого качества распределения компонентов смесей по полю внесения, что снижает эффективность применения минеральных удобрений. Основной причиной низкого качества распределения компонентов является расслоение механически созданных смесей при их взаимодействии с рабочими органами машин и внешней средой. Повышение эффективности применения минеральных удобрений может быть достигнуто использованием технических средств для внутрипочвенного внесения, разработанных на основе научно обоснованных технических решений, обеспечивающих адаптацию процессов к потребностям возделываемых культур в дозах и видах минерального питания.

Использование индивидуальных катушечных дозирующих рабочих органов в бункерах, по отделениям, для одновременного дозирования нескольких видов минеральных удобрений способствует снижению неравномерности и повышению качества распределения их по полю внесения.

Список литературы

1.Точное сельское хозяйство / под общей ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. – СПб.-Пушкин, 2009. - С. 11-16.

2.Гужвин, В. К. Обоснование параметров и режимов работы спирально-шнекового туковысевающего аппарата в условиях крена : автореф. дисс. … канд. техн. наук. – Зерноград. –2002. –20 с.

3.Аниськин, В. И. Итоги и основные направления исследований проблемы дифференцированного применения удобрений / Н. М. Марченко, В. И. Аниськин // Машинные технологии дифференцированного применения удобрений и мелиорантов : Тр. 2-й науч. практ. конф.- Рязань. –2001. – С. 12-19.

4. Артемьева, И. В. Истечение смесей минеральных удобрений из бункеров и технические средства, снижающие их расслоение : автореф. дисс. … канд. техн. наук. – Зерноград,2000. – 22 с.

5. Беспямятнова, Н. М. Научно-методические основы адаптации почвообрабатывающих и посевных машин. - Ростов н/Д: ООО «Тера»; НПК «Гефест». – 2002. – 176 с.

6.Забродин, В. П. Контроль и управления процессами внесения минеральных удобрений / В. П. Забродин. – Ростов-на-Дону, ООО «Тера»; НПК «Гефест». - 2003. – 124 с.

7.Рычков, В. А. Технология и средства механизации погрузочно-разгрузочных работ в складах минеральных удобрений АПК : автореф. дисс. … д-ра техн. наук. – Рязань, 2001. - 49 с.

8.Кулешов, М. С. Оптимизация основных параметров высевающего катушечного аппарата машины для внесения минеральных удобрений / М. С. Кулешов, В. А. Макаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 12. – С. 27-29.

9.Измайлов, А. Ю. К вопросу обоснования технико-экономического уровня сельскохозяйственных машин и оборудования / А. Ю. Измайлов, В. А. Макаров // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. - №3. - С.17-19.

Бышов, Н.В. Методика оценки параметров туконаправителя для внесения твёрдых минеральных удобрений с фрезерными рабочими органами / Н. В. Бышов, В. А. Макаров, О. Ю. Сбродов // Вестник РГАТУ –2016.-№3. – С.49-54.

RESEARCHES OF THE PROCESS OF INTRODUCING MINERAL FERTILIZERS UNDER GRAIN CULTURE

Byshov Nikolay V., *Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation, byshov@rgatu.ru*

Makarov Valentin A. *doctor of mechnical sciences, professor*

Ryazan State Agro-technological University Named after P. A. Kostychev

Gasparyan Svetlana V., *phd in economics, associate professor, Academy of law and management FSIN*

Makarova Olga V., *doctor of economics, professor, Academy of law and management FSIN*

Shemyakin Alexander V., *doctor of technical sciences, professor, Ryazan State Agro-technological University Named after P. A. Kostychev*

The desire of farmers to obtain maximum grain crops was the basis for the widespread use of solid mineral fertilizers. The variety of soils and their difference in fertility requires, when applying mineral fertilizers,

practically combining them by types and doses of elements of mineral nutrition. Considering the fact that plants simultaneously require different nutrients, and their content in the soil does not always correspond to the required norms and types in the soil, the need arises for their application, taking into account the requirements of crops for their planned yield. In the international scientific literature there are numerous terms and definitions, which, as a rule, are synonyms or denote the basic elements of precision farming. According to Wemer, precision farming is part of an information-driven crop production that takes into account the spatial and temporal variability of soil and climate conditions. The attractiveness of precision farming is determined by economic efficiency at the level of the agricultural enterprise.If during the surface application of one-sided types of fertilizers, the quality of the machines is estimated by the uniform distribution of particles over the field, when applying their mixtures, the quality indicators depend on the distribution of particles of each of its components. It has been established that particles of one type of fertilizer differ in size and shape, coefficients of external and internal friction, density and windage coefficients, and a number of others traits possess the properties of mixtures. The main indicator of the functioning of fertilizer spreaders is the quality of the sieving and distribution of nutrients in the soil.The mathematical dependencies obtained in the article make it possible to obtain estimated indicators of the sowing apparatus of the machine for applying various types of fertilizers when sowing together and to determine the sowing rate of the components necessary to ensure optimal plant nutrition.At the same time, it was established that the existing means for the simultaneous application of various types of fertilizers do not satisfy the requirements due to the low quality distribution of the components of the mixtures in the field and the article indicates ways to solve this issue. The conclusions show that the use of individual batching batching working bodies in bunkers, in its compartments, for the simultaneous dosing of several types of mineral fertilizers helps to reduce unevenness and improve the quality of their distribution over the application field.

Key words: *mineral fertilizers, fertility, bunker, coil apparatus, question theory.*

Literatura

1.Tochnoe sel'skoe hozjajstvo / Pod obshhej redakciej D. SHpaara, A.V. Zaharenko, V.P. JAkusheva. – Sakt-Peterburg-Pushkin, 2009, - S. 11-16.

2.Guzhvin V.K. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty spiral'no-shnekovogo tukovysevajushhego apparata v uslovijah krena /Avtoref. diss. … kand. tehn. nauk. – Zernograd. –2002. –20 s.

3.Anis'kin V.I. Itogi i osnovnye napravlenija issledovanij problemy differencirovannogo primenenija udobrenij /N.M. Marchenko, V.I. Anis'kin. //V kn. Mashinnye tehnologii differencirovannogo primenenija udobrenij i meliorantov. /Tr. 2-j nauch. prakt. konf.-Rjazan'. –2001. – S. 12-19.

4. Artem'eva I.V. Istechenie smesej mineral'nyh udobrenij iz bunkerov i tehnicheskie sredstva, snizhajushhie ih rassloenie /Avtoref. diss. …kand. tehn. nauk. – Zernograd. –2000. –22 s.

5. Bespjamjatnova N.M. Nauchno-metodicheskie osnovy adaptacii pochvoobrabatyvajushhih i posevnyh mashin.- Rostov n/D: OOO «Tera»; NPK «Gefest».–2002.–176 s.

6.Zabrodin V.P. Kontrol' i upravlenija processami vnesenija mineral'nyh udobrenij./ V.P. Zabrodin. – Rostov-na-Donu, OOO «Tera»; NPK «Gefest». -2003. –124 s.

7.Rychkov V.A. Tehnologija i sredstva mehanizacii pogruzochno-razgruzochnyh rabot v skladah mineral'nyh udobrenij APK /Avtoref. diss. … doktora tehn. nauk. – Rjazan'. –2001.-49 s.

8.Kuleshov M.S., Makarov V.A. Optimizacija osnovnyh parametrov vysevajushhego katushechnogo apparata mashiny dlja vnesenija mineral'nyh udobrenij // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva . -2015. - № 12. – S. 27-29.

9.Izmajlov A.JU., Makarov V.A. K voprosu obosnovanija tehniko-jekonomicheskogo urovnja sel'skohozjajstvennyh mashin i oborudovanija //Sel'skohozjajstvennye mashiny i tehnologii. – 2016. -№3. - S.17-19.

10.Byshov N.V., Makarov V.A., Sbrodov O.JU. Metodika ocenki parametrov tukonapravitelja dlja vnesenija tvjordyh mineral'nyh udobrenij s frezernymi rabochimi organami // Sbornik RGATU – Rjazan', RGATU, №3, 2016. – S.49-54.

УДК 631.369.258/638.178

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРГОВЫХ СОТОВ

БЫШОВ Дмитрий Николаевич, *канд. техн. наук, доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка, university@rgatu.ru*

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, *д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой электроснабжения, kadm76@mail.ru*

МОРОЗОВ Сергей Сергеевич, *соискатель, mars37603@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В данной статье представлены результаты исследования оптических характеристик перговых сотов с применением ИК-спектроскопии. Данные исследования необходимо учитывать при использовании инфракрасной сушки, отличительной особенностью которой является то, что интенсивность нагрева зависит только от оптических характеристик продукта. В статье рассмотрена конструкция и принцип работы ИК-Фурье спектрометра, основной частью которого является интерферометр Майкельсона. Исследование оптических характеристик перговых сотов во всех диапазонах инфракрасного излучения производили в ИК-Фурье спектрометре PerkinElmer Frontier. Для проведения исследования из заранее осушенных от меда сотов формировали по два образца размером 50×50 мм, заполненных пергой, после чего один из образцов подвергали конвективной сушке на протяжении 50 часов. Методика проведения исследования и общий вид установки во время проведения исследования оптических характеристик перговых сотов описаны в статье. По результатам исследования были построены спектральные характеристики перговых сотов. Полученные результаты эксперимента показывают, что перговые соты являются хорошим поглотителем ИК энергии. Из полученных данных видно, что с увеличением длин волн значение коэффициента отражения увеличивается. Степень черноты перговых сотов практически не зависит от влажности и происхождения, а ее среднее значение составляет 0,885-0,886. В свою очередь, значение нормального коэффициента отражения незначительно уменьшается с 0,0581 до 0,0575. Анализ спектральных характеристик перговых сотов показывает явно выраженные минимумы отражения ИК-излучения, которые могут быть использованы для выбора оптимальной температуры нагревателей в процессе сушки.

Ключевые слова: *пчелиные соты, перга, ИК-излучение, вакуумная сушка, оптические характеристики.*

Введение

Во всем мире наиболее важной ролью пчеловодства является опыление сельскохозяйственных культур с целью улучшения качества плодов и семян и повышения их урожайности [1, 2]. Помимо этого основным источником заработка пчеловодческих хозяйств является реализация меда. Для увеличения рентабельности необходима разработка технологий, позволяющих получать дополнительные продукты пчеловодства. Одной из таких технологий является получение перги [3, 4, 5]. Насыщенная биологически-активными компонентами, перга является уникальным природным лекарственным препаратом, применяемым для лечения и профилактики целого ряда заболеваний. В настоящее время наблюдается дефицит заготовки перги. Это связанно с отсутствием высокопроизводительных способов механизированного извлечения перги и постоянно растущим спросом в связи с ростом осведомленности о преимуществах данного продукта [1].

Одним их наиболее энергозатратных этапов технологии получения перги является ее сушка. Совершенствованием технологии сушки перги занимались многие ученые [6, 7]. В связи с простотой изготовления сушильных установок наибольшее распространение в настоящее время получила конвективная сушка перги горячим воздухом [8, 9, 10]. Однако данный способ обладает рядом недостатков: высокая энергоемкость и продолжительность процесса (около 40-45 часов).

Наиболее перспективной технологией сушки в настоящее время является вакуумная инфракрасная сушка, поскольку именно она наилучшим образом подготавливает перговые соты к предстоящему измельчению [11-15]. Преимуществом данного способа является высокая интенсивность процесса сушки за счет снижения температуры кипения воды. В связи с небольшой продолжительностью процесса сушки (около двух часов), энергоемкость вакуумных инфракрасных установок значительно ниже, чем у их аналогов. Однако применение инфракрасной сушки имеет ряд отличий от классических методов нагрева. Наиболее значимым отличием является то, что интенсивность нагрева зависит только от оптических характеристик продукта [1].

Поток энергии, передаваемый излучением, падая на поверхность облучаемого тела частично проходит сквозь тело, частично им отражается и частично поглощается. К основным оптическим характеристикам, определяющим данные закономерности, относятся коэффициент отражения R, коэффициент поглощения A и коэффициент пропускания T. Для любого тела сумма всех коэффициентов равна единице. Коэффициент отражения характеризует отражающие свойства облучаемого продукта. Коэффициент поглощения, как и степень черноты, характеризует способность продукта поглощать излучение. Коэффициент пропускания

© Бышов Д. Н., Каширин Д. Е., Морозов С. С., 2019 г.

показывает количество излучения, прошедшего через продукт. В общем случае значение данных коэффициентов зависит как от свойств продукта, так и от угла падения и спектрального состава излучения. В природе нет абсолютно черных, абсолютно белых и абсолютно прозрачных тел. Все тела являются серыми. Степень приближения серого тела к абсолютно черному оценивается величиной, называемой степенью черноты тела, обозначаемой ε, которая, согласно закону Кирхгофа, по численной величине равна коэффициенту поглощения этого тела.

В настоящее время исследованием оптических характеристик перговых сотов с целью выявления химического состава (количества сахаров, витаминов и других веществ) занимались A. Wroblewska, Z. Warakomska, M. Kaminska, N. Hudz, O. Bobiş и др. В качестве основного метода исследования оптических характеристик перговых сотов данными авторами был выбран спектрофотометрический анализ содержимого пергового сота, растворенного в воде.

Однако данные исследования оптических характеристик перговых сотов не применимы для инфракрасной сушки, так как они рассматривают лишь ближний диапазон инфракрасного излучения.

Цель исследования

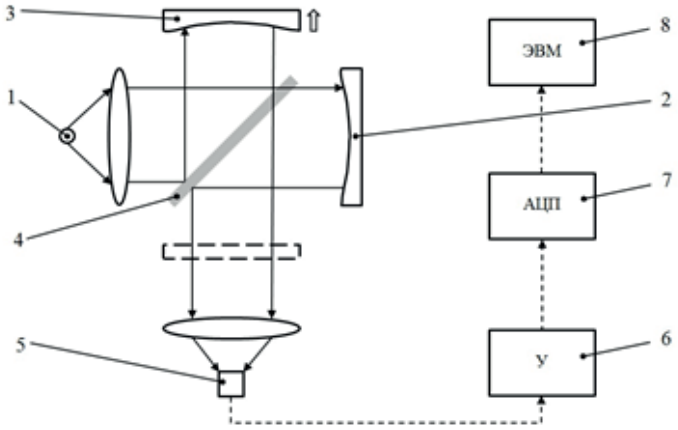
В связи с вышесказанным целью исследования является определение оптических характеристик перговых сотов с применением ИК- спектроскопии.

Материалы и методы исследования

Исследование оптических характеристик перговых сотов во всех диапазонах инфракрасного излучения производили в ИК-Фурье спектрометре PerkinElmer Frontier.

Основной частью ИК-Фурье спектрометра (рис. 1) является интерферометр Майкельсона, состоящий из источника ИК излучения 1, неподвижного 2 и подвижного 3 зеркал, светоделителя 4 и фотоприемника 5. Полученные фотоприемником 5 сигналы проходят через усилитель 6, обрабатываются аналого-цифровым преобразователем 7, после чего пересылаются в ЭВМ. Полученные данные преобразуются методом быстрого преобразования Фурье и выводятся на экран.

Интерферометр Майкельсона работает следующим образом. Световой пучок от источника излучения 1, проходя через светоделитель 4, разделяется на две части, одна из которых проходит через него, а другая отражается. Отразившись от подвижного 3 и неподвижного 2 зеркал, световой пучок возвращается на светоделитель 4, где прошедшая часть меняет свое направление. Пройдя сквозь образец, световой пучок с поглощенными и отраженными частотами регистрируется фотоприемником 5.



1 – источника ИК излучения, 2 – неподвижное зеркало, 3 – подвижное зеркало, 4 – светоделитель, 5 – фотоприемник, 6 – усилитель, 7 – аналого-цифровой преобразователь, 8 – ЭВМ

Рис. 1 – Структурная схема ИК- Фурье спектрометра

По результатам обработки регистрируемых частот ЭВМ формирует таблицу со спектральными коэффициентами отражения R.

Спектральные коэффициенты отражения R могут быть преобразованы в единицы log(1⁄R). Данные единицы показывают относительное количество инфракрасной энергии, поглощенной при измерении в режиме отражения. Таким образом, они эквивалентны оптической плотности (поглощению) A и вычисляются по формуле:

$$A = log(1/R) \quad (1)$$

Расчет нормального коэффициента отражения при стандартной температуре 283 К производили по спектральным коэффициентам отражения R_n (λ_i), измеренным на 30 длинах волн λ_i по формуле:

$$R_n = \frac{1}{30}\sum_{i=1}^{30} R_n\,(\lambda_i). \quad (2)$$

Нормальный коэффициент эмиссии (нормальная степень черноты) ε_n при 283 К определяли по формуле:

$$\varepsilon_n = 1 - R_n. \quad (3)$$

Так как максимально используемая длина волны ИК-Фурье спектрометра PerkinElmer Frontier составляет 40мкм, то погрешность измерений компенсируется введением поправочного коэффициента для вычисления коэффициента эмиссии.

Для проведения исследования были выбраны

перговые соты из разных регионов Рязанской области. Из заранее осушенных от меда сотов заготавливали по два образца, заполненных пергой, размером 50×50 мм, после чего один из образцов подвергали конвективной сушке на протяжении 50 часов.

Подготовленный образец 1 помешали в кювету 2 ИК-Фурье спектрометра 3, закрывали крышку прибора и запускали измерения.

Общий вид установки для определения оптических свойств перговых сотов показан на рисунке 2.

1 – образец; 2 – кювета; 3 – ИК-Фурье спектрометр

Рис. 2 – Общий вид установки для определения оптических свойств перговых сотов

По окончании исследования исследуемые образцы взвешивали и определяли влажность в соответствии с методом, соответствующим требованиям ГОСТ 31776-2012, а сформированную ЭВМ таблицу со спектральными коэффициентами отражения R экспортировали в таблицу MS Excel для последующей обработки полученных данных.

Результаты и их анализ

По результатам исследования оптических характеристик перговых сотов были построены спектральные характеристики, представленные на рисунках 3,4.

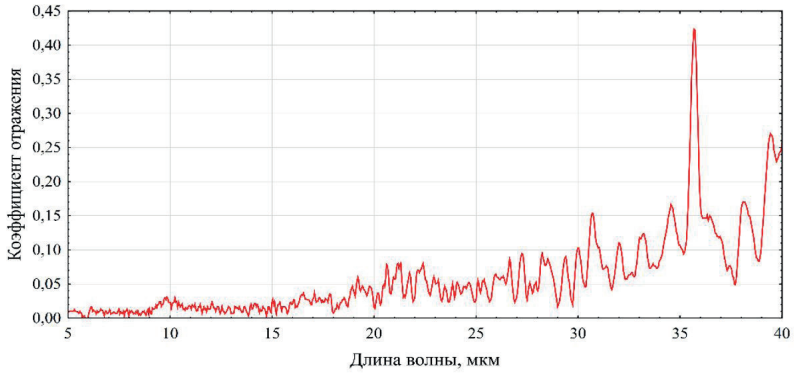


Рис. 3 – Спектральная характеристика перговых сотов нативной влажности

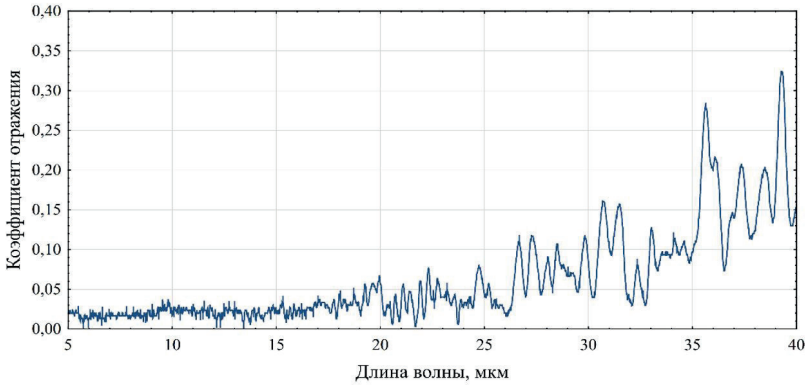


Рис. 4 – Спектральная характеристика высушенных перговых сотов

Статистические показатели, полученные в ходе обработки полученных данных, приведены в таблице.

Таблица – Оптические характеристики перговых сотов

Образец			Перговый сот нативная влажность	Перговый сот сущенная перга
Влажность, %	повторности	W_1	23,7	13,1
		W_2	22,1	14,6
		W_3	23,5	13,5
	$W_{ср}$		23,1	13,7
Нормальный коэффициент отражения R_n	повторности	R_{n1}	0,0693	0,0554
		R_{n2}	0,05	0,0618
		R_{n3}	0,055	0,0554
	$R_{nср}$		0,0581	0,0575
Коэффициент эмиссии ε	повторности	$ε_1$	0,875	0,888
		$ε_2$	0,893	0,882
		$ε_3$	0,888	0,888
	$ε_{ср}$		0,885	0,886

Из полученных данных видно, что с увеличением длин волн значение коэффициента отражения увеличивается. Анализ спектральных характеристик перговых сотов показывает явно выраженные минимумы отражения ИК-излучения, которые могут быть использованы для выбора оптимальной температуры нагревателей в процессе сушки.

На основании обработки полученных данных можно сделать вывод, что степень черноты перговых сотов практически не зависит от влажности и происхождения, а ее среднее значение составляет 0,885-0,886. Это означает, что перговые соты являются хорошим поглотителем ИК энергии. В свою очередь, значение нормального коэффициента отражения незначительно уменьшается с 0,0581 до 0,0575.

Выводы

Проведено исследование оптических характеристик перговых сотов во всех диапазонах инфракрасного излучения. По результатам исследования были построены спектральные характеристики. Анализ спектральных характеристик перговых сотов показывает явно выраженные минимумы отражения ИК-излучения, которые могут быть использованы для выбора оптимальной температуры нагревателей в процессе сушки. Из полученных данных также видно, что с увеличением длин волн значение коэффициента отражения увеличивается.

На основании полученных результатов исследований можно сделать вывод, что перговые соты являются хорошим поглотителем ИК энергии. Степень черноты перговых сотов практически не зависит от влажности и происхождения, а ее среднее значение составляет 0,885-0,886. В свою очередь, значение нормального коэффициента отражения незначительно уменьшается с 0,0581 до 0,0575 при уменьшении влажности продукта.

Список литературы

1. Каширин, Д. Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации / Д. Е. Каширин : автореф. дис… д-ра техн. наук : 05.20.01 / У ВПО "МГУ им. Н.П. Огарева". – Рязань, 2013.-37 с.

2. Харитонова, М. Н. Качество перги, стабилизированной разными способами, в процессе ее хранения / М. Н. Харитонова, Д. Е. Каширин // Инновационные технологии в пчеловодстве : материалы научно-практической конференции. - 2006. - С. 195-197.

3. Пат. № 2326531 РФ. Способ извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин, А. В. Ларин, М. Е. Троицкая. – Заявл. 19.12.2006; опубл. 20.06.2008, бюл. № 17. – 4 с.

4. Пат. № 2360407 РФ. МПК А01К 59/00. Способ извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин. – Заявл. 02.04.2008; опубл. 10.07.2009, бюл. № 19. –5с.

5.Каширин, Д. Е. Способ и устройство для извлечения перги / Д. Е. Каширин // Аграрный научный журнал. - 2010. - № 5. - С. 34-36.

6. Пат. № 2391610 РФ. Установка для сушки перги / Д. Е. Каширин. – Заявл. 16.03.2009; опубл. 10.06.2010, бюл. № 16. – 7с.

7. Пат. № 2275563 РФ. F26B 21/04. Установка для сушки перги в сотах / Д.Е. Каширин. – Заявл. 29.11.2004; опубл. 27.04.2006, бюл. № 12. – 5 с.

8. Каширин, Д. Е. Обоснование параметров установки для извлечения перги из сотов / Д. Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2009. - № 11. - С. 26-27.

9. Каширин, Д. Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов / Д. Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П.

Горячкина. - 2010. - № 1. - С. 24-27.

10. Пат. № 2367150 РФ. Установка для извлечения перги из перговых сотов / Д. Е. Каширин. – Заявл. 19.05.2008; опубл. 20.09.2009, бюл. № 26. – 7с.

11. Бышов, Н. В. Обоснование рациональных параметров измельчителя перговых сотов / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного университета. - 2012. - №6. - С. 134-138.

12. Бышов, Н. В. Обоснование параметров измельчителя перговых сотов / Н. В. Бышов, Д. Е. Каширин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2012. - № 1. - С. 29-30.

13. Исследование работы измельчителя восковых сырья / Д. Н. Бышов, И. А. Успенский, Д. Е. Каширин, Н. В. Ермаченков, В. В. Павлов // Сельский механизатор. - 2015. - № 8. - С. 28-29.

14. Каширин, Д. Е. Усовершенствование технологического процесса отделения перги от восковых частиц / Д. Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2009. - № 4. - С. 24-26.

15. Каширин, Д. Е. К вопросу отделения перги из измельчённой воскоперговой массы / Д. Е. Каширин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 1. - С. 138-140.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF OPTICAL CHARACTERISTICS OF THE HONEYCOMBS

Byshov Dmitriy N., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, university@rgatu.ru*
Kashirin Dmitriy Ye., *Doctor technical sciences, Associate Professor, kadm76@mail.ru*
Morozov Sergei S., *applicant, mars37603@mail.ru*
Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

This article presents the results of the study of the optical characteristics of honeycombs using infrared spectroscopy. These researches should be considered when using infrared drying, a distinctive feature of which is that the heating intensity depends only on the optical characteristics of the product. The article describes the design and principle of operation of the FTIR spectrometer. The research of the optical characteristics of honeycombs in all ranges of infrared radiation was carried out in a PerkinElmer Frontier FTIR spectrometer, the main part of which is the Michelson interferometer.. For the research, combs of 50 × 50 mm size filled with bee bread were formed from honeycombs that had been drained from honey beforehand, after which one of the samples was subjected to convective drying for 50 hours. The technique of the research and the general view of the installation during the research of the optical characteristics of the honeycombs are described in the article. According to the results of the study, spectral characteristics of honeycombs were constructed. The results of the research show that the honeycombs are a good absorber of IR energy. From the data obtained it can be seen that with increasing wavelengths the value of the reflection coefficient increases. Emissivity of honeycombs is almost independent of humidity and origin, and its average value is 0.885-0.886. In turn, the value of the normal reflection coefficient decreases slightly from 0.0581 to 0.0575. The analysis of the spectral characteristics of the honeycombs shows pronounced minima of the reflection of infrared radiation, which can be used to select the optimum temperature of the heaters during the drying process.

Key words: *honeycomb, bee bread, infrared radiation, vacuum drying, optical characteristics.*

Literatura

1. Kashirin D.E. Energosberegayushchie tekhnologii izvlecheniya pergi iz sotov specializirovannymi sredstvami mekhanizacii / D.E. Kashirin // avtoreferat dis. doktora tekhnicheskih nauk : 05.20.01 / U VPO "MGU im. N.P. Ogareva". Ryazan'. – 2013.

2. Haritonova M.N. Kachestvo pergi, stabilizirovannoj raznymi sposobami, v processe ee hraneniya / M.N. Haritonova, D.E. Kashirin // V sbornike: Innovacionnye tekhnologii v pchelovodstve Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii; Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya specialistov "Akademiya pchelovodstva". - 2006. - S. 195-197.

3. Pat. № 2326531 RF. Sposob izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin, A.V. Larin, M.E. Troickaya. – Zayavl. 19.12.2006; opubl. 20.06.2008, byul. № 17. – 4s.

4. Pat. № 2360407 RF. MPK A01K 59/00. Sposob izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin. – Zayavl. 02.04.2008; opubl. 10.07.2009, byul. № 19. –5s.

5.Kashirin D.E. Sposob i ustrojstvo dlya izvlecheniya pergi / D.E. Kashirin // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2010. - № 5. - S. 34-36.

6. Pat. № 2391610 RF. Ustanovka dlya sushki pergi / D.E. Kashirin. – Zayavl. 16.03.2009; opubl. 10.06.2010, byul. № 16. – 7s.

7. Pat. № 2275563 RF. F26B 21/04. Ustanovka dlya sushki pergi v sotah / D.E. Kashirin. – Zayavl. 29.11.2004; opubl. 27.04.2006, byul. № 12. – 5s.

8. Kashirin D.E. Obosnovanie parametrov ustanovki dlya izvlecheniya pergi iz sotov / D.E. Kashirin // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 2009. - № 11. - S. 26-27.

9. Kashirin D.E. Issledovanie rabochego processa izmel'chitelya pergovyh sotov / D.E. Kashirin // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina. - 2010. - № 1. - S. 24-27.

10. Pat. № 2367150 RF. Ustanovka dlya izvlecheniya pergi iz pergovyh sotov / D.E. Kashirin. – Zayavl.

19.05.2008; opubl. 20.09.2009, byul. № 26. – 7s.

11. Byshov N.V. Obosnovanie racional'nyh parametrov izmel'chitelya pergovyh sotov / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2012. №6. - S. 134-138.

12. Byshov N.V. Obosnovanie parametrov izmel'chitelya pergovyh sotov / N.V. Byshov, D.E. Kashirin // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 2012. - № 1. - S. 29-30.

13. Byshov D.N. Issledovanie raboty izmel'chitelya voskovogo syr'ya / D.N. Byshov, I.A. Uspenskij, D.E. Kashirin, N.V. Ermachenkov, V.V. Pavlov // Sel'skij mekhanizator. - 2015. - № 8. - S. 28-29.

14. Kashirin D.E. Usovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa otdeleniya pergi ot voskovyh chastic / D.E. Kashirin //Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina. - 2009. - № 4. - S. 24-26.

15. Kashirin D.E. K voprosu otdeleniya pergi iz izmel'chyonnoj voskopergovoj massy / D.E. Kashirin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 1. - S. 138-140.

УДК 631. 55 : 513.71

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЕДИНСТВО ПОСЕВНЫХ И УБОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЗЕРНОВОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ

БЫШОВ Николай Владимирович, *д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, byshov@rgatu.ru*

МАКАРОВ Валентин Алексеевич, *д-р техн. наук, профессор, va_makarov@rambler. ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

МАКАРОВА Ольга Владимировна, *д-р экон. наук, профессор, Академия права и управления ФСИН, m_ov+2302@bk.ru*

ГАСПАРЯН Светлана Валентиновна, *канд. экон. наук, доцент, Академия права и управления ФСИН, gasparyan.svetlana@yandex.ru*

ШЕМЯКИН Александр Владимирович, *д-р техн. наук, профессор, shem.alex62@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.

В статье используется системный подход при рассмотрении проведения полевых работ посадочными и уборочными комплексами. Установлено, что для полноценного использования возможностей посадочных и уборочных комплексов при минимальных затратах механизированные работы необходимо проводить при максимальных значениях коэффициентов использования сменного времени. В табличной форме представлены значения коэффициентов использования сменного времени для условий Нечернозёмной зоны России. Выбор стратегии проведения работ определяют скорость созревания, погодные условия, наличие технических средств. Предлагаются численные составы посадочных и уборочных комплексов в расчёте на 1 га, которые представляются в табличной форме при агрегатировании с тракторами класса 1,4;2;3. Оценка эффективности функционирования комплексов должна строиться с учетом деятельности всех подсистем по выполнению плана работ. Такой оценкой ежедневной работы комплекса может служить коэффициент напряженности работ, равный отношению сумм фактически выполненных работ к запланированным,. В выводах установлены пути совершенствования механизированных процессов на посеве и уборке зерновых культур, а в качестве оптимального варианта выбран вариант максимального использования времени смены за счет внедрения новых организационно-технических форм. В итоге разработана математическая модель функционирования посевных и уборочных комплексов при производстве зерновых культур для Нечернозёмной зоны России, которая может быть использована и для других регионов.

Ключевые слова: *зерновой подкомплекс, посевные и уборочные комплексы, стратегия работ, математическая модель.*

Введение

Соблюдение агротехнических сроков проведения работ при должном их качестве – основное условие минимизации потерь урожая. Продолжительность уборочных работ – $T_{уб}$ в основном определяется периодом созревания зерновых – $T_{созр}$. В свою очередь $T_{созр}$ зависит от продолжительности сева – T_c, почвенно-климатических и метеорологических условий. Следовательно, структуры и численные составы посевных (ПК) и уборочно-транспортных комплексов (УТК) должны быть тесно связаны между собой. Поэтому необходим

© Бышов Н. В., Макаров В. А., Макарова О. В., Гаспарян С. В. Шемякин А. В., 2019 г.

системный подход при рассмотрении управления (проектирования, планирования и функционирования) ПК и УТК.

Результаты и обсуждение

Проектирование ПК и УТК хозяйств состоит из последовательных этапов: технологического и технического [1-3].

На технологическом этапе на заданный объём S (га) работ для конкретного хозяйства рассчитывают: продолжительности T_c,$T_{созр}$,T_1 (скашивания), T_2 (обмолота), T_3 (прямого комбайнирования); доли γ раздельной уборки, $\delta_к$ потерь на k-й день уборки и т.п., т.е. формулируют технологическое задание для комплексов.

На технологическом этапе рассчитывают структуры и составы ПК и УТК так, чтобы при выбранной J - стратегии работ и их продолжительности они соответствовали заданию [4-6].

Исходная информация для технического проектирования комплексов должна содержать: технологическое задание, стратегию J работ, среднюю нормативную производительность W_j (га/ч) машин комплекса на каждом виде работ в сутки $(j=1,\bar{v})$, а также параметры подсистем обслуживания, т.е. среднюю календарную наработку T_{pji} на отказ одной машины на j-й работе в i-й подсистеме и среднюю продолжительность T_{bji} одного обслуживания машины в той же подсистеме т.е. $(i=1, \bar{F}_i)$

$$L(S,\ \gamma,\ J,\ t_j, \omega_j,\ T_j,\ \bar{T}_{pji}\ ,\ \bar{T}_{вji}, f = 1v;\ i=1,F_j\ ) \quad (1)$$

Для полного использования возможностей комплексов при наименьших материальных и трудовых затратах их техническое проектирование следует проводить при максимальных значениях коэффициентов $K_{j\ max}$ использования сменного времени т.е.

$$K_{j\ max} = (\sum^{P_j - F_j} P_{ji} + 1\ )^{-1}, \quad (2)$$

где F_j – число подсистем обслуживания машин и их операторов вне их рабочего времени,

$P_{ji} = \overline{T_{вji}} \cdot T_{pji}^{-1}$ – параметры подсистемы обслуживания.

Значения $K_{i\ max}$ для условий Нечернозёмной зоны РФ по нашим наблюдениям представлены в табл. 1.

При выполнении работ в поточной технологии минимальные доли машин комплекса, занятых на предшествующей и последующих работах:

$$\alpha_{min} = (1 + \frac{\omega_j t_j k_j}{\omega_{j+1} t_{j+1} k_{j+1}})^{-1}\ ; \quad (3)$$

$$\beta_{j+1.min} = 1 - \alpha_{j\ min} \quad (4)$$

Таблица 1 – Значение $K_{i\ max}$ для условий Нечернозёмной зоны РФ

Дни	ПК для		УТК для	
	культивации j=1	сева j=2	скашивания j=1	обмолота и прямого комбайнирования j=2,3
Рабочие	0,85	0,68	0,85	0,72
Календарные	0,0	0,58	0,70	0,55

В общем случае для УТК: α и β – доли жаток и годных молотилок от общего числа N комбайнов; для ПК: α и β – доли культиваторов и сеялок от общего числа M машинно-тракторных агрегатов (МТА).

В зависимости от $T_{созр}$ и метеорологических условий УТК могут функционировать по трём стратегиям.

Первая – до возможного начала обмолота валков $(t_2^0 = T_n$ = 3-6) дней, где T_n – продолжительность просыхания и дозревания зерна в валках. На скашивание выделяют все имеющиеся жатки (αN), а затем их оставляют столько, сколько необходимо для соблюдения поточности скашивания и обмолота; скашивание продолжают (T_1) до наступления полной спелости, затем начинают прямое комбайнирование (γ<1) и продолжают обмолот валков; две последние операции заканчивают одновременно $(T_3 = T_2 + T_1 + t_2^0)$.

Вторая – с первого дня уборки соблюдают строгую поточность скашивания и обмолота.

Третья – сначала проводят только скашивание, а затем обмолот [7-11].

Первая стратегия – общая. Из неё следует вторая при α = α_{min} и β>β_{min} и третья – при $t_2^0 = T_1$.

По любой стратегии $T_{уб} = t_2^0 + T_2$. Выбор стратегии работ определяют скорость созревания, погодные условия, наличие техники, кадров и средств обслуживания. Однако выбранная технология не должна нарушать технологическое задание. Для каждой стратегии разработаны алгоритмы расчёта плана работ. Эти алгоритмы легко реализуются на ЭВМ. Ипатовский метод уборки предусматривает последовательное проведение скашивания и обмолота (стратегия 3). Однако вследствие хорошей организации работ и достаточного количества техники $t_2^0 = T_1 \le T_n$, т.е. получаем стратегию 1. Следовательно, Ипатовский метод объединяет все достоинства первой и третьей стратегий без их недостатков, $T_{уб.min}$=T_n+$T_{2\ min.}$ В условиях большого периода созревания зерновых (T_1>>T_n) применение ипатовской стратегии увеличивает сроки уборки

$$T_{уб}^{|||} > T_{уб}^{||} > T_{уб}^{|}.$$

Поэтому работу УТК организуют по стратегиям 1 или 2, что даёт при оптимальном обслуживании всех видов минимально возможную продолжительность уборки т.е. $T_{уб}$=T_n+T_2 .

По вопросам управления ПК – частный случай УТК при γ=1. Для сохранения влаги в почве его работу организуют по стратегии 2 $(t_2^0 \le 1)$.

Число дней работы комплекса в расчёте на 1 га

$x\gamma = [\gamma/\omega_1 t_1 k_1 + \omega_2 t_2 k_2 + (1-\gamma)/\omega_2 t_2 k_2]$. (5)

Тогда для проведения скашивания за T_1 и обмолота зерновых за T_2 дней стратегии 1 достаточное число комбайнов в УТК

$$N^1 = x(\gamma) \cdot S[T_2 + \alpha t_2^0 + (1-\beta)(T_1 - t_2^0)]^{-1}. \quad (6)$$

При применении стратегии 2 $\alpha = \alpha_{min}$; $\beta \geq \beta_{min}$, а стратегии $3 - t_2^0 = T_1$.

Численный состав ПК по (5) при $\gamma=1$

$$M = x \cdot S(\beta_{min} \cdot T_c + \alpha_{min} T_k)^{-1} \quad (7)$$

где T_k и T_c - продолжительность культивации и сева зерновых.

При правильной организации работ $T_k = T_c$

Для каждой климатической зоны можно определить статистические зависимости между $T_{1,2}$ и T_c:

$T_{1,2} = \alpha_{1,2} T_c$,

где α_1 и α_2 - коэффициенты, определяющие, во сколько раз продолжительность T_1 и T_2 больше T_c. Например, для Нечернозёмной зоны России можно принять $\alpha_1=1{,}7$ и $\alpha_2=2$.

Зная значения α_1 и α_2 из (5) и (6), получим взаимосвязанные через T_c составы ПК и УТК. Можно решить и обратную задачу: зная возможности существующего УТК (T_1,T_2), определить состав ПК.

$$N^1 = x(\gamma) \cdot S[T_c(\beta\alpha_2 - \beta\alpha_1) + t_2^0(\alpha + \beta - 1)]^{-1} \quad (8)$$

$$M = x \cdot S/T_c \quad (9)$$

Варьируя T_c в допустимых агротехнических пределах для данной зоны, находим наиболее рациональные составы ПК и УТК. Можно решить и обратную задачу: зная возможности существующего УТК (T_1, T_2), определить состав ПК. Для Нечернозёмной зоны России в УТК используют зерноуборочные комбайны Acros 560, при этом $x(\gamma) = 0{,}036\gamma + 0{,}096$; для ПК значение x зависит от состава машинно-тракторного агрегата (МТА) (табл. 2).

Если в ПК культиваторы агрегатируются с тракторами МТЗ-80, а сеялки с Т-150, то $x = 0{,}032$, $\beta_{min} = 0{,}37$ (табл. 3).

При существующем парке комбайнов в Нечернозёмной зоне ($\alpha=0{,}6$ и $\beta=0{,}8$; $\alpha_{min}=0{,}4$ и $\beta_{min}=0{,}6$) на 1 тыс. га приходится 5,4 комбайнов. Продолжительность сева яровых зерновых $T_c=9$ календарных дней при $\alpha_1=1{,}7$; $\alpha_2 = 2$ ($T_1=15$, $T_2=18$, $t_1^0=4$). Поэтому согласованные по продолжительности работ численные составы ПК и УТК следующие:

$M = 0{,}0036S$; $N^1 = (0{,}0019\gamma + 0{,}0051)S$. (10)

Таблица 2 – Значение x для определения состава ПК

Состав агрегата	Культиватор КПП-2,2 с трактором		
	Т-150	МТЗ-1221	МТЗ-80
Сеялка СЗП-3,6 с трактором			
Т-150	0,023	0,036	0,032
МТЗ-1221	0,41	0,48	0,44
МТЗ-80	0,56	0,59	0,38

Таблица 3 – Значения долей α_{min} культиваторных агрегатов в ПК

Состав агрегата	Культиватор КПП-2,2 с трактором		
	Т-150	МТЗ-1221	МТЗ-80
Сеялка СЗП-3,6 с трактором			
Т-150	0,37	0,50	0,43
МТЗ-1221	0,26	0,37	0,31
МТЗ-80	0,36	0,44	0,37

При оптимальной загрузке всех подсистем обслуживания, т.е. минимальных потерях от простоев машин комплексов, объём их работ равен 3000 га. В этом случае оптимальный состав ПК – 11 МТА (4 культиваторных и 5 сеялочных), а УТК при ($\gamma=0{,}8$) – 8 комбайнов.

Оценка функционирования комплексов должна учитывать деятельность всех подсистем по выполнению плана работ. Такой оценкой ежедневной работы комплекса может служить коэффициент $K_{нрк}$ - напряженность работ, равный отношению сумм фактически выполненных работ (в баллах) к запланированным.

$$K_{нрк} = \frac{\sum_{j=1}^{v}(1-\delta jk)S_j^0\,(\varepsilon_j' + u_j \cdot \varepsilon_j'')N^{-1}}{\sum_{j=1}^{v}\omega_j t_j k_j(\varepsilon_j'' + \varepsilon_j'' \cdot u_j)}, \quad (11)$$

где δ_{jk} – доля потерь урожая в k –й день на j-й день работы;

S_j^0 – общая реальная дневная выработка всех машин N_j на j-й работе, га;

ε_j'', ε_j'' – соответственно коэффициенты сложности и важности j-й работы;

u_j - урожайность на j -м виде работ, т/га.

Для общей оценки работ комплекса за весь цикл уборки ($T_{уб}$) можно использовать средний коэффициент $K_{нр}$ напряжённости работ.

$$K_{нр} = T_{уб}^{-1} \cdot \sum_{k-1}^{T_{уб}} K_{нрк} \quad (12)$$

Коэффициенты $K_{нрк}$ и $K_{нр}$ можно использовать при подведении итогов работы.

Выводы

1. Для минимизации потерь урожая зерновых

численные составы посевных и уборочных комплексов должны быть связаны через продолжительности их работ.

2. Потенциальные возможности посадочных и уборочных комплексов могут быть реализованы только при оптимальных составах всех подсистем их обслуживания в соответствии с планом работ сельскохозяйственного предприятия.

3. Определены пути совершенствования процессов на посеве и уборке зерновых культур. В качестве оптимального выбран вариант максимального использования времени смены машинно-тракторных комплексов за счет внедрения новых организационно-технических форм.

4. Разработана математическая модель, позволяющая выбирать эффективные составы посевных и уборочных комплексов при производстве зерновых культур, как на уровне сельскохозяйственного предприятия, так и на региональном уровне.

Список литературы

1. Гунер, Л. И. Оптимизация системы специализированного обслуживания комплекса машин / Л. И. Гунер, В. В. Лозовский, П. В. Привалов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. - № 5. – С. 36-38.

2. Овсянников, С. А. Оптимизация параметров и режимов работы посевных агрегатов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. - № 2. - С. 32-34.

3. Бартенев, О. В. Microsoft Visual FoxPro. - М. : Диалогнаука, 2005. – 667 с.

4. Шайхов, М. К. Резервы повышения производительности посевных агрегатов / М. К. Шайхов, Х. Х. Шайдуллин // Сборник научных докладов ХШ Международной научно-практической конференции. - т. 2. - М., 2006. - С.138.142.

5. Коротаев, А. А. Критерии изменения и оценки параметров состояния и эксплуатационных качеств сельскохозяйственных машин / А. А. Коротаев, Л. А. Новопашин, И. А. Садаков // Достижения науки – агропромышленному производству : сборник материалов международной научно-технической конференции. - Челябинск, 2011. - С. 150-153.

6. Расчёт уборочно-транспортного звена / Д. И. Тимшин, А. О. Ушаков, Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 6-2. – С. 205-210.

7. Носков, И. Н. Особенности состава посевного звена / И. Н.Носков // Труды ВИМ. - Т. 134, ч.2. - М., 2001. - С. 146-149.

8. Calpin C. Farm machinery Ninth Edition. - London Toronto Sydney New York, 1976.

9. Combinatorial optimization: Algorithms and complexity christos H. Paradimitrion, Kenneth Steiglitz, Prehtice hall. INC Englewood chiffs. - New Sersey, 1982.

10. O'Dogherty M. J. Research on forage mowing. "Engineering advances for agricu lture and food", 1988, Jubille conference, Cambridge. p. 73.74.

11. Wienere F. Mowing and treating of hay. Yearbook agricultural engineering, № 5, 1992, p. 111- 114.

EFFICIENCY AND UNITY OF CROPSERING AND CLEANING COMPLEXES IN THE GRAIN SUBCOMPLEX

Byshov Nikolay V., *doctor of technical sciences, professor, byshov@rgatu.ru, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*

Makarov Valentin A., *doctor of technical sciences, professor, va_makarov@rambler. Ru*

Ryazan State Agro-technological University Named after P. A. Kostychev

Makarova Olga V., *doctor of economics, professor, academy of law and management of the FSIN e-mail: m_ov+2302@bk.ru*

Gasparyan Svetlana V., *kandidat ekonomicheskikh nauk, dotsent, Akademiya prav i upravleniya FSIN e-mail gasparyan.svetlana@yandex.ru*

Shemyakin Aleksandr V., *Doctor of Technical Sciences, Professor, shem.alex62@yandex.ru*

Ryazan State Agro-technological University Named after P. A. Kostychev

The article uses a systematic approach when considering the management of planting and harvesting subcomplexes. It has been established that in order to fully utilize the capabilities of planting and harvesting complexes while minimizing the cost function, it should be carried out at maximum values of utilization factors of replaceable time. The tabular form presents the values of the utilization factors of the replaceable time for the conditions of the Non-chernozem zone of Russia. The choice of work strategy determines the speed of ripening, weather conditions, the availability of technical means. The numerical compositions of the planting and harvesting complexes are calculated for 1 ha and are presented in tabular form for the composition of the aggregates when aggregated with tractors of class 1,4,2,3. Evaluation of the functioning of the complexes should take into account the activities of all subsystems for the implementation of the work plan. Such an assessment of the daily work of the complex can serve as a coefficient of work intensity, equal to the ratio of the amounts of work actually performed to the planned, calculated per machine i. The conclusions set out ways to improve the processes at sowing and harvesting grain crops, and as the main option, an option was chosen to improve the use of shift time by introducing new organizational and technical forms. As a result, a mathematical model of the functioning of sowing and harvesting complexes in the production of grain crops for the Non-chernozem zone of Russia has been developed, which can be used for other regions.

Key words: *grain subcomplex, sowing and harvesting complexes, work strategy, compositions, mathematical model.*

Literatura

1. Guner L.I., Lozovskij V.V., Privalov P.V. Optimizacija sistemy specializirovannogo obsluzhivanija kompleksa mashin. – Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva, 1980, №5. –S.36-38.

2. Ovsjannikov S. A. Optimizacija parametrov i rezhimov raboty posevnyh agregatov. // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva», №2, 2003 g., S. 32.34.
3. Bartenev O.B. Microsoft Visual FoxPro. M., «Dialognauka», 2005, S. 667.
4. SHajhov M. K., SHajdullin X. X. Rezervy povyshenija proizvoditel'nosti posevnyh agregatov. // Sbornik nauchnyh dokladov HSH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, t. 2, M., 2006 - S.138.142.
5. Korotaev A. A., Novopashin L. A., Sadakov I. A. Kriterii izmenenija i ocenki parametrov sostojanija i jekspluatacionnyh kachestv sel'skohozjajstvennyh mashin // Dostizhenija nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii. CHeljabinsk, 2011. S.150-153.
6. Timshin D.I., Ushakov A.O., Kurbanov R.F., Saitov V.E. Raschjot uborochno-transportnogo zvena // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2017. – № 6-2. – S. 205-210;
7. Noskov I.N. Osobennosti sostava posevnogo zvena (Tekst) /I.N.Noskov // Trudy VIM, t.134, ch.2. - M., 2001, s. 146-149.
8. Calpin S. Farm machinery Ninth Edition. London Toronto Sydney New York, 1976.
9. Combinatorial optimization: Algorithms and complexity christos H. Paradimitrion, Kenneth Steiglitz, Prehtice hall. INC Englewood chiffs. New Sersey, 1982.
10. O'Dogherty M. J. Research on forage mowing. "Engineering advances for agricu lture and food", 1988, Jubille conference, Cambridge. p. 73.74.
11. Wienere F. Mowing and treating of hay. Yearbook agricultural engineering, № 5, 1992, p. 111- 114.

УДК 631.363:636.086.5

К РАСЧЕТУ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

ВЕНДИН Сергей Владимирович, *д-р техн. наук, профессор кафедры «Электрооборудование и электротехнологии в АПК», sip:vendin_sv@bsaa.edu.ru*
САЕНКО Юрий Васильевич, *д-р. техн. наук, профессор кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе», yuriy311300@mail.ru*
МАРТЫНОВ Евгений Алексеевич *канд. техн. наук, доцент кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»*
СТРАХОВ Владимир Юрьевич, *аспирант кафедры «Электрооборудование и электротехнологии в АПК», strakhov.94@list.ru*
Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

Зерно – основное сырьё для получения концентрированных кормов, используемых в рационах животных. Содержание зерновых концентратов в рационах может составлять от 20 до 80% в зависимости от вида животных. Кормовые смеси должны быть сбалансированы не только по содержанию протеинов, углеводов, минеральных веществ, но и по содержанию витаминов. Промышленность выпускает большое количество витаминных добавок, но их стоимость достаточно высока. Обогащение кормов витаминами возможно за счет использования пророщенного зерна. Известно, что в процессе прорастания зерно переходит в новое качественное состояние. Процесс прорастания сопровождается изменением химического состава, соотношения элементов питания, влажности. Химические соединения переходят из сложных в более простые и легкоусвояемые формы. Разработана технология и комплекс оборудования для проращивания зерна, его последующей подготовки, добавления в корм и раздачи полученной кормовой смеси животным. При проращивании зерна необходимо получить одинаковый его слой на всей площади ленты. Для этого зерно нужно равномерно распределить по длине и ширине конвейерной ленты. В результате получим одинаковый доступ к зёрнам воды и света, это будет способствовать одинаковой длине ростков. Применение предложенной технологии и комплекса оборудования позволит производить витаминные кормовые добавки с использованием пророщенного зерна, добавлять их в комбикорм, а также длительно хранить полученную кормовую смесь. С помощью предложенных математических выражений увязаны конструктивные параметры конвейера для проращивания зерна, его режимные параметры и физические свойства подаваемого материала.

Ключевые слова: *пророщенное зерно, конвейер, технологическая линия, оптимальные параметры.*

Введение

Концентрированные корма, большую часть из которых занимает фуражное зерно, выступают основным источником питательных веществ для

© Вендин С. В., Саенко Ю. В., Мартынов Е. А., Страхов В. Ю., 2019 г.

большинства видов животных.

Для повышения усвоения животными витаминов, макро- и микроэлементов, содержащихся в зерновых концентратах, зерно подвергают дроблению, плющению, экструдированию и т.д. Однако перечисленные способы не способствуют увеличению содержания в рационе животных витаминов и других биологически активных веществ.

В настоящее время сельскохозяйственные предприятия стремятся к получению экологически чистой продукции животноводства. Однако в условиях промышленного получения свинины животные постоянно находятся в закрытых помещениях и потребляют корма искусственного происхождения. Следует отметить, что в ходе эволюции пищеварительная система животных приспособилась к поеданию зелёных кормов, которые отсутствуют в комбикормах. Специалистами установлено, что восполнять недостаток естественных витаминов можно, если добавлять в комбикорм пророщенное зерно [1, 2, 3]. Благодаря высокой витаминной ценности пророщенного зерна разработка и внедрение в производство комплекса оборудования для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна – важная задача для сельского хозяйства.

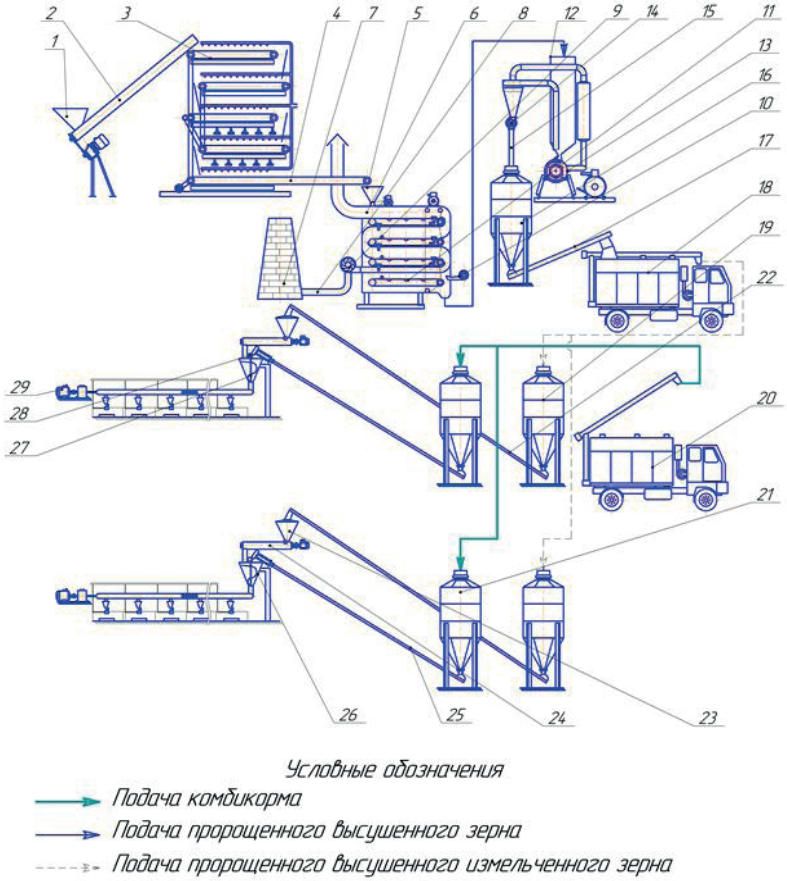
При проращивании зерна одни из основных затрат приходятся на раскладывание зерна, а затем, после получения зелёной массы, на её уборку. Необходимо механизировать эти процессы. Нами предложена конструкция конвейера [4-6]. Распределение зерна осуществляется путём его последовательного перемещения загрузочным, распределительным шнеками и транспортёрной лентой.

Цель и объект исследования

Цель исследования заключается в определении математической зависимости между подачей загрузочного шнека, распределительного шнека и транспортёрной ленты.

Разработка технологической линии для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна

Предложенная технологическая линия для получения кормовых добавок с использованием пророщенного зерна (рис. 1) [4], работает следующим образом. Перед проращиванием массу зерна обеззараживают. Для осуществления процесса обеззараживания в загрузочном бункере готовят 0,1%-й раствор перманганата калия, после чего в раствор засыпают зерно. В растворе зерно выдерживают не более пяти часов. Прошедшее обеззараживание зерно загрузочным шнеком 2 подают в конвейер для проращивания зерна 3 [5, 6], расположенный сразу под загрузочным шнеком.



1 – бункер; 2 – шнек; 3 – конвейер для проращивания зерна; 4 – транспортёрная лента; 5 – ёмкость загрузочная; 6 – агрегат для сушки; 7 – труба вытяжная; 8 – трубопровод для подачи воздуха; 9 – вентилятор агента сушки; 10 – вентилятор атмосферного воздуха; 11 – транспортёрная лента; 12 – ёмкость; 13 – измельчитель; 14 – дозатор объёмный; 15 – труба; 16 – ёмкость; 17– спиральный транспортер; 18 – автомобиль; 19 – бункер; 20 – автомобиль; 21 – бункер; 22 – шнек; 23 – бункер; 24 – транспортёр спиральный; 25 – шнек; 26, 27 – ёмкости для смешивания; 28 – мешалка; 29 – привод

Рис.1 – Технологическая линия для получения кормовых добавок с использованием пророщенного зерна

Прорастание зерна в конвейере длится до пяти дней. При достижении необходимой длинны ростков зерно перемещается по лентам конвейера до транспортерной ленты 4. С транспортерной ленты пророщенное зерно для последующей сушки поступает в загрузочную емкость 5 , а затем в агрегат для сушки 6. К агрегату для сушки подходит вытяжная труба 7 от котельной установки. Благодаря такой конструкции отработанные газы от котельной используют как агент сушки. В вытяжной трубе от котельной установки находится трубопровод 8 для подачи воздуха, ведущий к агрегату для сушки. Для принудительного нагнетания отработанных газов из котельной применяют вентилятор агента сушки 9, находящийся в трубопроводе 8. Процесс сушки сопровождается интенсивным испарением межклеточной влаги из пророщенного зерна, за счет чего зерно не нагревается более чем на 48-50^0 С.

Для охлаждения высушенного зерна до температуры окружающей среды в агрегате для сушки установлен вентилятор атмосферного воздуха 10. Вентилятор подает атмосферный воздух на зерно, находящееся на нижней транспортерной ленте 11 агрегата для сушки. Нижняя транспортерная лента агрегата для сушки имеет возможность загрузки в емкость 12 измельчителя 13. Объемный дозатор 14 при помощи трубы 15 соединяется с емкостью 16. В емкости 16 установлен спиральный транспортер 17. Спиральный транспортер служит для осуществления загрузки бункера автомобиля 18.

Для осуществления перевозки пророщенного высушенного измельченного зерна от бункера технологической линии к помещениям, в которых содержат свиней, используют автомобиль. Автомобиль оснащен шнеком, позволяющим осуществлять загрузку бункера 19 пророщенным высушенным измельченным зерном.

Для транспортировки комбикорма используют автомобиль со шнеком 20. Комбикорм загружается в бункер 21. Бункер 21 оснащен шнеком 25. Шнек 25 ведет к бункеру 23 спирального транспортера 24. Кожух спирального транспортера 24 патрубком подсоединен к емкости для смешивания 26. Для равномерного перемешивания комбикорма с пророщенным высушенным измельченным зерном используется мешалка 28. Мешалка находится внутри емкостей для смешивания 26 и 27. Перемещение мешалки происходит при помощи привода 29.

Мешалка 28 имеет форму конуса и состоит из вала с лопастями; для улучшения перемешивания на краях лопастей находятся лопатки. Лопатки расположены таким образом, что вращение мешалки перемещает массу от периферии к центру бункера-смесителя.

В результате перемешивания в бункере-смесителе получают состав, который состоит из сухого комбикорма и пророщенного высушенного измельченного зерна.

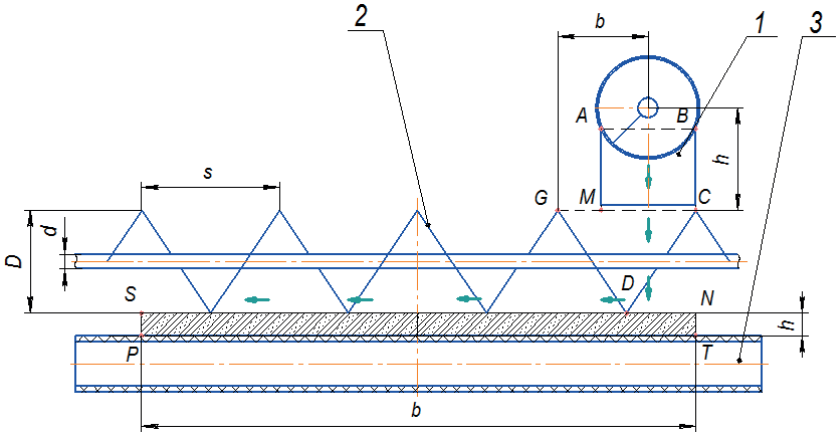
Процесс дозирования происходит при помощи заслонки с электромагнитным клапаном, расположенной в нижней части бункера-смесителя.

Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна начинает свою работу с началом отопительного сезона [4-6].

В технической реализации технологической линии один из наиболее сложных вопросов – обеспечение равномерности заданного слоя зерна, а также равномерное распределение зерна на ленте конвейера [4, 5, 6, 8].

Теоретические основы распределения пророщенного зерна на ленте конвейера

Опишем распределение зерна шнеком 1 по ширине транспортерной ленты 3 (рис. 2). Зерно поступает на ленту ленточного транспортёра. Шнек находится в начале ленточного транспортёра. При работе шнек перемещает зерно в противоположную сторону, при этом равномерно распределяя его по ширине ленты.



1 – Шнек для подачи зерна; 2 – шнек для распределения; 3 – лента транспортёрная

Рис. 2 – Распределение зерна при загрузке

Зерно, поступающее на ленту конвейера, условно изобразим как прямоугольный параллелепипед с боковой гранью АВСМ. Примем некоторые допущения: объем массы зерна, распределенного между витками шнека, имеет форму призмы. Высоту параллелепипеда и призмы принимаем одинаковой (рис. 3).

Подачу зерна шнеком на конвейер представим зависимостью [7]:

$$Q_{Ш1} = F_{Ш1} v_{Ш1} \rho \gamma_{Ш1}, \quad (1)$$

где F – площадь шнека в поперечном сечении, м^2; v – скорость перемещения зерна внутри кожуха шнека, м/с; ρ – насыпная плотность зерна, кг/м^3; γ – коэффициент, который учитывает заполнение межвиткового пространства шнека.

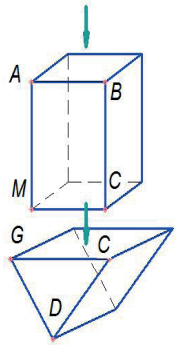


Рис.3 – Движение зерна на транспортёрную ленту

Скорость перемещения зерна внутри кожуха шнека рассчитаем по выражению:

$$v = \frac{sn}{60} \text{ м/сек}, \quad (2)$$

где s – шаг шнека, м; n – частота вращения шнека, мин$^{-1}$.

Принимаем скорости перемещения зерна на участках равными. Предположим, что площади прямоугольника ABCM и треугольника GCD одинаковы.

При помощи шнека 2 распределяем массу зерна, равную площади прямоугольника ABCM, по ширине ленточного транспортера (расстояние от точки T до точки P), при этом толщина слоя зерна h будет равна расстоянию от точки N до точки T (рис. 2). Определим подачу зерна по ширине ленты при помощи шнека по формуле [7]:

$$Q_{Ш2} = F_{Ш2} v_{Ш2} \rho \gamma_{Ш2}, \quad (3)$$

где F – площадь перемещаемого материала в поперечном сечении, м^2; v – скорость перемещения ленты, м/с; ρ – насыпная плотность зерна, кг/м^3; γ – коэффициент, учитывающий заполнение межвиткового пространства распределительного шнека.

В процессе распределения зерна по ширине ленты оно будет перемещаться нижней кромкой шнека, поэтому заполнение межвиткового пространства малое.

Определим производительность транспортёрной ленты по выражению:

$$Q_Л = F_Л v_Л \rho, \quad (4)$$

где F – площадь зерна на ленте, полученная сечением в поперечной вертикальной плоскости, м^2; (рис. 2, прямоугольник PSNT), м^2; v – скорость перемещения транспортёрной ленты, м/с; ρ – насыпная плотность массы, кг/м^3.

При равномерном распределении зерна по ленте конвейер для проращивания зерна будет работать с максимальной производительностью. Таким образом, максимальная производительность возможна при условии непрерывности процесса подачи зерна на ленту конвейера и распределения зерна по ширине и длине ленты конвейера:

$$Q_{Ш1}=Q_{Ш2}=Q_Л, \quad (5)$$

где $Q_{Ш1}$ – производительность подающего шнека, кг/с.; $Q_{Ш2}$ – производительность распределительного шнека, кг/с.; $Q_Л$ – производительность транспортёрной ленты, кг/с.

Рассчитаем подачу шнека по формуле:

$$Q_{Ш2} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{sn}{60} \cdot \rho \cdot \gamma, \quad (6)$$

где s – шаг шнека, м; D – диаметр шнека, м; n – частота вращения шнека, мин$^{-1}$; ρ – насыпная плотность массы, кг/м^3; γ – коэффициент, учитывающий заполнение пространства между витками;

Ширина ленты конвейера составляет 2 м, толщина слоя зерна на ленте устанавливается из условия проведения технологического процесса. Частоту вращения шнека регулируют в зависимости от необходимой производительности. Найдем из выражения (6) диаметр распределительного шнека:

$$D = \sqrt{\frac{240 Q_{Ш2}}{\pi s n \rho \gamma}}, \quad (7)$$

где s – шаг шнека, м; n – частота вращения распределительного шнека, мин$^{-1}$; ρ – насыпная плотность массы, кг/м^3; γ – коэффициент, учитывающий заполнение межвиткового пространства шнека.

Подача шнека должна быть равной подаче транспортёрной ленты (выражение 5), тогда выражение (7) представим так:

$$D = \sqrt{\frac{240 b h v}{\pi s n \gamma}}, \quad (8)$$

где b, h – соответственно ширина и высота массы зерна на транспортёрной ленте, м (рис. 2);

v – скорость перемещения транспортёрной ленты, м/с.

Расчеты показывают, что при высоте слоя зерна на ленте 0,015-0,02 м; ширине слоя зерна на ленте конвейера 2 м; скорости движения ленты 0,01-0,015 м/с; частоте вращения распределительного шнека 95-105 мин$^{-1}$ диаметр распределительного шнека составит 0,1-0,125 м; шаг распределительного шнека находится в интервале 0,11-0,12 м.

Заключение

При безвыгульном содержании животные должны получать естественные витамины, макро- и микроэлементы. Для их получения разработана технологическая линия, производящая кормовые добавки с использованием пророщенного зерна. Наиболее сложный процесс в работе линии – распределение зерна перед проращиванием на транспортёрной ленте. Определены математи-

ческие зависимости между подачей загрузочного шнека, распределительного шнека и транспортёрной ленты. Устранение сезонности процесса проращивания, приготовления и скармливания пророщенного зерна увеличит производимые объемы кормов на основе пророщенного зерна. Применение предложенной технологии и комплекса оборудования обеспечит устранение сезонности проращивания зерна, сократит затраты на сушку на 82-84%, обеспечит однородность кормовой массы в пределах 90-92%.

Список литературы

1.Бахарев, Г. Ф. Анализ нетрадиционных технологий переработки зерна на корм животным [Текст] / Г. Ф. Бахарев, Л. И. Дролова, Л. Н. Емельянова // Машинно-технологическое, энергетическое и сервисное обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири : материалы Международной научно-практической конференции 9-11 июня. - Новосибирск, 2008. — С. 415-420.

2.Бахарев, Г. Ф. Исследование процесса суточного проращивания зерна на корм животным [Текст] / Г. Ф. Бахарев, Л. И. Дролова, Л. Н. Емельянова // Достижение науки и техники. - 2007. - №1. - С. 30-31.

3.Походня, Г. С. Свиноводство и технология производства свинины (Специальный выпуск №2: Использование проращенного зерна в рационах свиней) [Текст] : Сборник научных трудов научной школы профессора / Г. С. Походня. – Белгород, 2009. - 68 с.

4.Пат. 2558219 Российская Федерация C1 A01K5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. - № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. - 11 с.

5.RU 2444881 A01G/02, A01G 31/04 Конвейер для проращивания зерна С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, А.В. Головин–2010141227/13 Заявлено от 07.10.2010. Опубл. от 20.03.2011, бюл. №8.

6.Пат. RU 2656668 Российская Федерация C1/02 (2006/01) Конвейерная установка для проращивания гидропонной зелени Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Гетманов А.А., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО БелгородскийГАУ имени В.Я. Горина - № 2017135127; заявл. 04.10.2017, опубл. 06.06.2018 Бюл. № 16 - 9 с.

7.Проращивание семян ячменя на витаминный корм свиноматкам и поросятам-отъемышам // Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко. - Выпуск №108 «Современные проблемы совершенствования технических систем и технологий в животноводстве». – Харьков. 2011. - С. 321-326.

8.Щекутьева, Н. А. Сокращение затрат и повышение эффективности проращивания зерна на кормовые цели [Текст] / Н. А. Щекутьева, Н. И. Капустин // Вопросы совершенствования полевого кормопроизводства и технологий возделывания лесных культур : Юбил. сб. науч. статей к 60-летию факультета агрономии и лесного хозяйства. - Вологда-Молочное, 2003. - С. 30-33.

CALCULATION OF THE DESIGN AND OPERATING PARAMETERS FOR CONVEYOR GERMINATION

Vendin Sergey V., *Dr. tech. Sci., Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrical Engineering in the Agricultural Sector, sip: vendin_sv@bsaa.edu.ru*

Saenko Yury V., *Dr. tech. Sci., Professor, Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, yuriy311300@mail.ru*

Martynov Evgeny A. *Ph.D. Sciences, Associate Professor Department of Machinery and Equipment in Agribusiness*

Strakhov Vladimir Y., *graduate student of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnology in the Agricultural Sector, strakhov.94@list.ru*

Belgorod State Agrarian University named after V.Y. Gorin.

Grain is the main raw material for producing concentrated corn. Grain is the main raw material for producing concentrated feed used in animal diets. The ratio of grain concentrates in the rations can be from 20 to 80%, depending on the type of animal. Feed mixtures must be balanced not only in the content of proteins, carbohydrates, minerals, but also in the content of vitamins. The industry produces a large amount of vitamin supplements, but their cost is quite high. Feed enrichment with vitamins is possible through the use of germinated grain. It is known that in the process of germination the grain passes into a new qualitative state. The process of germination is accompanied by changes in the chemical composition, the ratio of nutrients, moisture. Chemical compounds are moving from complex to more simple and easily digestible forms. A technology and a set of equipment have been developed for the germination of grain, its subsequent preparation, addition to feed and distribution of the resulting feed mixture to animals. When germinating grain, it is necessary to obtain the same layer on the entire area of the belt. To do this, the material must be evenly distributed along the length and width of the conveyor belt. As a result, we will get the same access to the grains of water and light, this will contribute to the same length of sprouts. The application of the proposed technology and equipment complex will allow to produce vitamin feed additives using germinated grain, add them to mixed feed, and also store the resulting feed mixture for a long time. With the help of the proposed mathematical expressions, the constructive parameters of the conveyor for germinating grain, its operating parameters and the physical properties of the feed material. M, used in animal rations, were linked. The ratio of grain concentrates in the rations can be from 20 to 80%, depending on the type of animal. Feed mixtures must be balanced not only in the content of proteins, carbohydrates, minerals, but also in the content of vitamins. The industry produces a

large amount of vitamin supplements, but their cost is quite high. Feed enrichment with vitamins is possible through the use of germinated grain. It is known that in the process of germination the grain passes into a new qualitative state. The process of germination is accompanied by changes in the chemical composition, the ratio of nutrients, moisture. Chemical compounds are moving from complex to more simple and easily digestible forms. A technology and a set of equipment have been developed for the germination of grain, its subsequent preparation, addition to feed and distribution of the resulting feed mixture to animals. When germinating grain, it is necessary to obtain the same layer on the entire area of the belt. To do this, the material must be evenly distributed along the length and width of the conveyor belt. As a result, we will get the same access to the grains of water and light, this will contribute to the same length of sprouts. The application of the proposed technology and equipment complex will allow to produce vitamin feed additives using germinated grain, add them to mixed feed, and also store the resulting feed mixture for a long time. With the help of the proposed mathematical expressions, the constructive parameters of the conveyor for germinating grain, its operating parameters and the physical properties of the feed material were linked.

Key words: *germinated grain, conveyor belt, production line, optimal parameters.*

Literatura

1.Baharev, G.F. Analiz netradicionnyh tekhnologii pererabotki zerna na korm zhivotnym [Tekst] / G.F. Baharev, L.I. Drolova, L.N. Emel'yanova // Mashinno-tekhnologicheskoe, energeticheskoe i servisnoe obespechenie sel'hoztovaroproizvoditelej Sibiri: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii 9-11 iyunya. - Novosibirsk, 2008. — S. 415-420.

2.Baharev, G.F. Issledovanie processa sutochnogo prorashchivaniya zerna na korm zhivotnym [Tekst] / G.F. Baharev, L.I. Drolova, L.N. Emel'yanova // Dostizhenie nauki i tekhniki. - 2007. №1. - S. 30-31.

3.Pohodnya, G.S. Svinovodstvo i tekhnologiya proizvodstva svininy: Sbornik nauchnyh trudov nauchnoi shkoly professora G.S. Pohodni (Special'nyi vypusk №2: Ispol'zovanie prorashchennogo zerna v racionah svinei) [Tekst] / G.S. Pohodnya. – Belgorod. – 2009. – 68 s.

4.Pat. 2558219 Rossiiskaya Federaciya S1 A01K5/00 (2006.01) Tekhnologicheskaya liniya dlya prorashchivaniya i vvedeniya v kombikorm proroshchennogo zerna [Tekst] / Saenko Y.V., Bulavin S.A., Makarenko A.N., Ivchenko A.N., Ydin A.I., Fedorchuk E.G.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO Belgorodskaya GSKHA imeni V.Y. Gorina. - № 2014103764/13; zayavl. 02.04.2014; opubl. 27.07.2015, Byul. № 21. - 11 s.

5.RU 2444881 A01G/02, A01G 31/04 Konveier dlya prorashchivaniya zerna S.A. Bulavin, Y.V. Saenko, A.V. Golovin–2010141227/13 Zayavleno ot 07.10.2010. Opubl. ot 20.03.2011, byul. №8.

6.Pat. RU 2656668 Rossiiskaya Federaciya C1/02 (2006/01) Konveiernaya ustanovka dlya prorashchivaniya gidroponnoi zeleni Vendin S.V., Saenko Y.V., Makarenko A.N., Getmanov A.A., Saenko S.V.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Belgorodskii GAU imeni V.Y. Gorina - № 2017135127; zayavl. 04.10.2017, opubl. 06.06.2018 Byul. № 16 – 9 s.

7.Prorashchivanie semyan yachmenya na vitaminnyi korm svinomatkam i porosyatam-otemysham. Vestnik Harkovskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta sel'skogo hozyajstva imeni Petra Vasilenko. Vypusk №108 «Sovremennye problemy sovershenstvovaniya tekhnicheskih sistem i tekhnologij v zhivotnovodstve». Har'kov 2011 s.321-326.

8.Shchekut'eva, N. A. Sokrashchenie zatrat i povyshenie effektivnosti prorashchivaniya zerna na kormovye celi [Tekst] / N.A. Shchekut'eva, N.I. Kapustin // Ybil. sb. nauch. statei k 60-letiyu fakul'teta agronomii i lesnogo hozyajstva. Voprosy sovershenstvovaniya polevogo kormoproizvodstva i tekhnologii vozdelyvaniya lesnyh kul'tur. - Vologda-Molochnoe, 2003. - S. 30-33.

УДК 631.333.631.878

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ИЗМАЙЛОВ Андрей Юрьевич, *д-р техн. наук, академик РАН, директор,vim@vim.ru*

СОРОКИН Константин Николаевич, *канд. техн. наук, заместитель директора, 762399@mail.ru ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

СОРОКИН НиколайТимофеевич, *д-р экон. наук, гл. научн. сотрудник,Sorokin.13@yandex.ru*

ЖУРАВЛЕВА Ольга Ивановна, *ст. научн. сотрудник, qnu@vnims.rzn.ru*

Институт технического обеспечения сельского хозяйства (ИТОСХ) - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

РУЧЬЕВ Игорь Юрьевич, *зав. испытательной лабораторией ООО "Боградский ГОК", Республика Хакассия, i-ruch@ yandex.ru*

Цель исследования – определить место отрасли машиностроения в условиях очередного технологического уклада с целью реализации правительственных решений по формированию условий

© Измайлов А. Ю.. Сорокин К. Н., Журавлева О. И., Ручьев И. Ю., 2019 г.

для развития индустриального общества в России. В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи: исследовать теоретические основы технологического уклада, в котором развивается современная рыночная экономика России; проанализировать уровень развития промышленности и соответствие его очередному технологическому укладу; отметить роль очередной технической революции и ее положительное влияние на формирование основ для развития индустриального общества; определить возможности модульного проектирования промышленных технологических комплексов по переработке органического сырья на основе цифровых технологий; определить особенности формирования банка востребованных модулей на ЭВМ под проектируемый технологический комплекс. Актуальность проведения данных исследований основана на необходимости организации в России промышленного производства оборудования для технологических линий и комплексов, что возможно в условиях ужесточения санкций при использовании материалов и комплектующих, полученных в основном от Российского машиностроения. Рассматривая технологический уклад как определенный уровень развития производства, необходимо отметить, что в процессе его формирования на современном этапе развития Российской экономики должны реализоваться инновационные технологии, обеспечивающие техническое перевооружение промышленности и ее ядра – машиностроения. Высокий уровень производства характеризуется технологическими возможностями модульного построения оборудования в составе технологических линий и комплексов для производства определенного вида продукции на основе цифровых технологий. По мнению авторов, в процессе теоретических исследований в период продолжающихся запретительных санкций иностранных партнеров, в условиях развития рыночной экономики, необходимо выявить зависимость инновационного развития отечественного машиностроения от практического состояния Российской экономики. При этом необходимо определить достаточность созданных условий для развития машиностроения в период очередного технологического уклада и соответствие целевых Правительственных программ развитию рыночной экономики.

Ключевые слова: *теоретические основы технологического уклада, техническая революция, технологические возможности модульного построения оборудования, формирования банка востребованных модулей*

Введение

В настоящее время в России и, в частности, сельскохозяйственном секторе экономики в соответствии с Федеральным Законом №280-ФЗ от 3 августа 2018 г.[1] активно рассматриваются организационные меры, принимаемые Правительством России и регионами по развитию органического сельскохозяйственного производства. Несмотря на полное удовлетворение заявленных потребностей аграриев страны в минеральных удобрениях – 3,2 млн. т, внесение последних осуществлялось всего на половине посевных площадей (53,3%). При этом хуже всего обеспечены ими регионы с суровым климатом. По оценкам ряда аналитиков, реальная потребность агропромышленного комплекса (АПК) в минеральных удобрениях находится на уровне 10 млн т, что, как минимум, втрое больше заявленной. Проблемой является и отсутствие необходимого количества органических удобрений, потребность в которых за счет животноводства и АПК не обеспечивается.

Насыщенность почв органическими удобрениями составляет около 6%. Из-за несбалансированности потребностей и обеспечения аграриев страны удобрениями эффективность сельскохозяйственного производства находится ниже среднемирового уровня [2].

Современное аграрное производство и наука, обеспечивающая его функционирование, находятся в достаточно непростом положении. С одной стороны, это приход в сельское хозяйство современной зарубежной и отечественной техники, агрохимикатов, семян, гибридов, с другой – на фоне передовых технологий наблюдается снижение плодородия почв, деградация сельскохозяйственных угодий как первоосновы стабильной окупаемости внедряемых технических нововведений в сфере АПК.

Имея высокий уровень цифровизации экономик, страны ЕС и США проводят активную политику поддержки развития органического сельскохозяйственного производства [3].

В соответствии с Государственным заданием по научным исследованиям на 2019-2021 гг.Институт технического обеспечения сельского хозяйства (ИТОСХ) проводит исследования по теме "Разработка инновационных технологий производства и рационального применения органоминеральных удобрений с использованием цифровых технологий в условиях перехода к высокопродуктивной системе органического сельскохозяйственного производства".

Актуальность решения данной проблемы заключается в использовании для новых технологий отечественного модульного оборудования, которое пока не производится Российским машиностроением. Важно определить, каковы перспективы развития данной отрасли в современных условиях очередного технологического уклада.

Современное научно-техническое развитие общества в соответствии с теорией Н.Д. Кондратьева по волнообразному развитию научно-технической революции с периодом в 50 лет имеет свои особенности [4]. Н.Д. Кондратьев сделал вывод, что главной причиной цикличности является необходимость обновления основных производственных фондов, где он отводил ключевую роль в развитии цивилизации научно-техническим

инновациям.

Сегодня мы переживаем пятую волну (1985-2035 гг.).

Перед отечественной наукой стоят задачи активизировать внедрение в производство инновационных технологий, что позволит технически перевооружить машиностроение и промышленность на соответствие уровню текущего технологического уклада.

Материалы и методы исследования

Исследованы теоретические основы определения «технологический уклад» и «техническая революция» на современном этапе.

Материалами для исследования являлись Правительственные решения и программы развития экономики России, способствующие широким возможностям по производству наукоемкой продукции в машиностроении.

Методами исследования были экспериментальные проверки формирования модульного комплекса технологических линий по переработке органического сырья из выбранных модульных узлов и агрегатов в соответствии с алгоритмом разработанной программы на ЭВМ по их подбору и приобретению на предприятиях машиностроения, в целях сокращения проектирования новых технологических линий по выпуску органических удобрений.

Результаты исследования

В процессе исследования теоретических основ технологического уклада, в котором развивается современная рыночная экономика России, были частично использованы материалы научной статьи А.О.Доманиной [5], где рассматриваются различные подходы к определению понятия «технологический уклад».

Экономистами С. Ю. Глазьевым и Д.С. Львовым в их совместных работах [6,7] технологический уклад представлен как «целостный комплекс технологически сопряженных производств, представляющий собой макроэкономический воспроизводственный контур, охватывающий все стадии переработки ресурсов и соответствующий тип непроизводственного потребления».

С.Ю. Глазьев выделяет ядро уклада, ключевой фактор производства – энергообеспечение, способ и организация получения научного знания, а также базовые экономические институты [8].

С.Ю. Глазьев обосновывает взаимосвязь технологических укладов с цикличностью развития экономики, так как жизненный цикл технологического уклада основывается на теории длинных волн Кондратьева: за период существования одного уклада происходят две повышательные и две понижательные волны, которым соответствуют периоды распространения базовых и имитационных инноваций [4].

Ю.В. Яковец дает следующее определение понятия технологического уклада: совокупность научно-технических направлений, взаимосвязанных ресурсной и технологической базой, выраженных в ядре уклада; генотип некоторого этапа в развитии технологического базиса общества [9].

Сравнивая подходы Д. С. Львова, С. Ю. Глазьева и Ю.В. Яковца, необходимо отметить, что четкое определение понятия технологического уклада позволило выявить его составляющие, а также провести периодизацию укладов на основе знаний о техническом развитии общества. Совершенно по-иному определяют понятие «технологический уклад» В.И. Белоусов и А.В. Белоусов, понимая под технологическим укладом некий комплекс применяемых базисных и иных инноваций, которые обеспечивают качественный и количественный скачок в процессе развития производственных сил общества [10]. В данном случае авторы рассматривают только один вид инноваций – базисный.

В.В. Климова в своей статье [11] рассматривает технологический уклад в виде «совокупности некоторых технологий, которые характерны для соответствующего уровня развития производства с единым техническим уровнем производительных сил и общего научного потенциала».

В своем исследовании различных подходов ученых к определению содержательной части в понятии «технологический уклад» А.О. Доманина [5] отмечает, что в связи с научным и техническим прогрессом основы последующего технологического уклада зарождаются, как правило, еще в период господства и расцвета предыдущего или даже пред-предыдущего уклада. Но до тех пор, пока предыдущий уклад не исчерпает всех возможностей своего развития, ростки последующего уклада пребывают в тени и широкого развития не получают.

Как авторы данной научной статьи, мы предлагаем следующее определение: технологический уклад – это определенный уровень развития промышленности и ее ядра – машиностроения, реализующий в период очередного технологического уклада инновационные технологии, предложенные на основе стратегических программ развития экономики общества, поддержанных Правительством России.

Преодолению стоящих у России на пути инновационного развития препятствий, в том числе плавного – перехода развивающейся экономики из одного технологического уклада к другому, может служить опыт Германии по разработке программы «Индустрия 4.0» – немецкой стратегической инициативы по занятию ведущей роли в сфере индустриальных информационных технологий, которые в настоящее время обновляют промышленный сектор.

Правительством РФ также принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [12], которая ориентирована на 2017-2030 гг., где цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, и ключевым фактором производства являются данные, представленные в цифровом виде. В России аналогом немецкой программы «Индустрия 4.0» является формируемый Правительством России технологический трек «Технет» национальной технологической инициативы, который призван обслуживать ожидаемую в 2025-2035 гг. промышленную революцию. Реализация проекта «Технет» по расчетам Минпромторга России позволит поднять произво-

дительность труда в экономике страны к 2024 г. на 30%, а долю машин и оборудования в российском экспорте увеличить с 8 до 13%.

По мнению авторов, промежуточный результат исследования, нацеленный на определение роли и места промышленности и машиностроения в пятом технологическом укладе и технической революции, требует координации со стороны Правительства России в рамках развития экономики, нацеленной на кооперацию в межгосударственных отношениях.

Постановление Правительства РФ. N 328 от 15 апреля 2014 г. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (с изменениями и дополнениями)» [13] учитывает многообразие решения задач по всем отраслям промышленности с целью перевода их на цифровые технологии с научным обеспечением технологических проблем.

Исправить ситуацию можно, если Правительство России поддержит развитие механизма, регулирующего процесс создания частных промышленных предприятий на территории России в соответствии с постановлением № 708 от 16 июля 2015 г «О специальных инвестиционных контрактах для отдельных отраслей промышленности» [14].

Регулирование данного вопроса позволило бы целевым образом решить на основе специальных инвестиционных контрактов проблемы:

– реализации вариантов программ импортозамещения;

– обеспечения финансовой поддержки по выпуску продукции, основанной на использовании новых технологий (в данном случае технологического оборудования для переработки органического сырья для АПК России);

– технического перевооружения предприятий машиностроения.

Однако необходимо отметить, что проводимое обновление основных средств в промышленности не координируется с ожидаемыми результатами, на которые должна выйти промышленность России в конце текущего технологического уклада и технической революции, потому что ожидаемые результаты не прогнозируются и не объявлены.

По мнению академика РАН Е. Н. Каблова [15], надо выйти на новый уровень развития, используя в совокупности собственные достижения и опыт передовых держав мира.

В данном исследовании использованы отдельные материалы [16] компании J'son & Partners Consulting, которые позволили сделать некоторые выводы и определить, что должно способствовать решению ключевых проблем российского машиностроения, какие меры необходимо предпринять:

1) снизить затраты на производство единицы продукции и повысить ее конкурентоспособность;

2) использовать возможности модульного проектирования промышленных технологических комплексов по переработке органического сырья на основе цифровых технологий;

3) определить особенности формирования банка востребованных модулей на ЭВМ под проектируемый технологический комплекс;

4) заключать договора с "заказчиком" на оборудование и услуги по его обслуживанию на период эксплуатации.

Актуальность использования данных исследований основана на необходимости организации производства в России промышленного оборудования для технологических линий и комплексов для переработки органического сырья, что возможно в условиях очередного ужесточения санкций только при использование материалов и комплектующих, полученных от отечественного машиностроения.

Необходимо активизировать действия Минпромторга России по повышению цифровизации машиностроения и его конкурентоспособности с продукцией от ведущих производителей, что позволит обеспечить Российскую промышленность оборудованием для производительного труда в ее ведущих отраслях.

По данным Росстата уровень стагнации в обрабатывающей промышленности по итогам I-го квартала 2019 года оценивается в -0,04%. Темпы прироста количества обрабатываемой продукции снизились на 0,6% [17]. Импорт машиностроительной продукции в первом полугодие 2019 г. снизился на 9,8% [18].

На данный период Российская экономика и промышленность находятся у критической черты полной зависимости для последующего своего развития от поставки по импорту инновационных технологий и промышленного оборудования, которую надо преодолеть в ближайшие годы.

Предлагаемые авторами меры:

– разработать Стратегию развития экономики России, стимулирующую за счет ее сырьевого сектора развитие промышленности и машиностроения;

– разработать программы технического перевооружения предприятий промышленности с учетом региональных особенностей по эффективному распределению производительных сил и межотраслевых потребностей;

– в рамках Стратегии развития экономики России предусмотреть конверсию оборонной промышленности с планированием оборонным предприятиям на постоянной основе выпуска продукции гражданского назначения;

– в целях научного обеспечения широкого применения цифровых технологий при разработке инновационных технологий и оборудования Министерству науки и высшего образования ежегодно в рамках Государственного задания на научные исследования предусматривать целевое выделение финансовых средств;

– необходимо Минэкономразвития России провести ревизию созданных технологических платформ с целью повышения эффективности их работы, организационно решить вопросы их сетевого взаимодействия при решении проблем по

выпуску научно-технической продукции.

Требует совершенствования и государственный механизм решения задач реиндустриализации страны, который должен быть надведомственным и носить межотраслевой характер.

Назрела необходимость в разработке Программы опережающего развития машиностроения в экономике России, учитывающей стратегические приоритеты отечественного производственного сектора, цифровизации отраслей промышленности.

Особенности формирования банка востребованных модулей для формирования технологических линий и комплексов

Используя принцип реконфигурации компоновки технологических линий модульной конструкции, созданных учеными института в период с 2013 по 2018 гг., а также анализ предлагаемых производителями подобных линий, которые подходят для меняющихся требований производства, можно сформулировать основные принципы концепции создания таких технологических линий и начать их производство на договорной основе с выходом на формирование "Модульного технологического комплекса с "магазином" технологических модулей», обеспечивающего решение задач по производству конечного продукта с заданными заказчиком характеристиками.

Принципы модульного построения технологических линий и комплексов:

– модульный принцип построения технологических линий должен строиться на базовых модулях, в которых реализуются технологические операции, гарантирующие востребованное качество конечного продукта;

– технологическая линия (технологический комплекс) может использоваться для переработки различного органического сырья (торф, сапропель, бурый уголь и биогумус) с необходимыми изменениями технологических операций; ее компоновка технологическими модулями уточняется для переработки конкретного вида сырья с целью получения заказанной продукции;

– возможно использование как основных, так и вспомогательных технологических модулей для переработки сырья с целью получения конечного продукта – гуминовых и комплексных удобрений с заданными характеристиками;

– использование в управлении технологическими модулями программных средств и цифровых технологий.

Изучение рынка показало, что покупателей оборудования для переработки органического сырья интересуют его технологические возможности по обеспечению следующих показателей:

– объем выпускаемой продукции на технологической линии в одну смену:

– количество работающих операторов по обслуживанию;

– уровень автоматизации;

– патентная защищенность конструкторских и технологических инноваций в модульных узлах, работающих в составе технологической линии;

– качество полученных удобрений;

– возможность переработки различных видов органического сырья:

– получение сухих и жидких удобрений;

– получение комплексных гуминовых удобрений при смешивании их с микроэлементами, недостающими в почве конкретного сельскохозяйственного поля;

– возможность использовать программные средства по управлению технологическими операциями.

При этом основой – базой модульного технологического комплекса являются: реактор - диз-мембратор - бициркуляционный диффузионный измельчитель - фильтровальная станция и накопительная емкость с системой дозирования.

Технологические линии формируются на основе модульного технологического комплекса для переработки органического сырья, с использованием для этих целей "магазина технологических модулей", присоединяя с учетом разновидности сырья необходимый модуль в технологическую цепочку перед реактором. Использование "магазина" технологических модулей позволяет формировать гибкие технологические линии и организовывать производство органических удобрений в необходимых объемах и в короткие сроки, что актуально для сельского хозяйства.

В соответствии с научной гипотезой модульный технологический комплекс для переработки органического сырья должен иметь базовую конфигурацию и определенное число технологических модулей для формирования технологических потоков по переработке различных видов органического сырья. На рисунке 1 представлена схема модульного комплекса технологических линий по переработке органического сырья. Модульный принцип формирования технологических линий позволяет выполнять определенные технологические операции на специально подобранных или изготовленных модулях, исполняющих целевую функцию в технологии производства конкретного продукта, а также предусматривает:

– требование заказчика к технологической линии;

– наличие программных средств по базе технологических модулей и управлению технологическими операциями;

– разработку алгоритма по формированию технологических линий на основе модулей в составе технологического комплекса (рис. 2);

– разработку программы ЭВМ по производству комплексных удобрений на основе органического сырья.

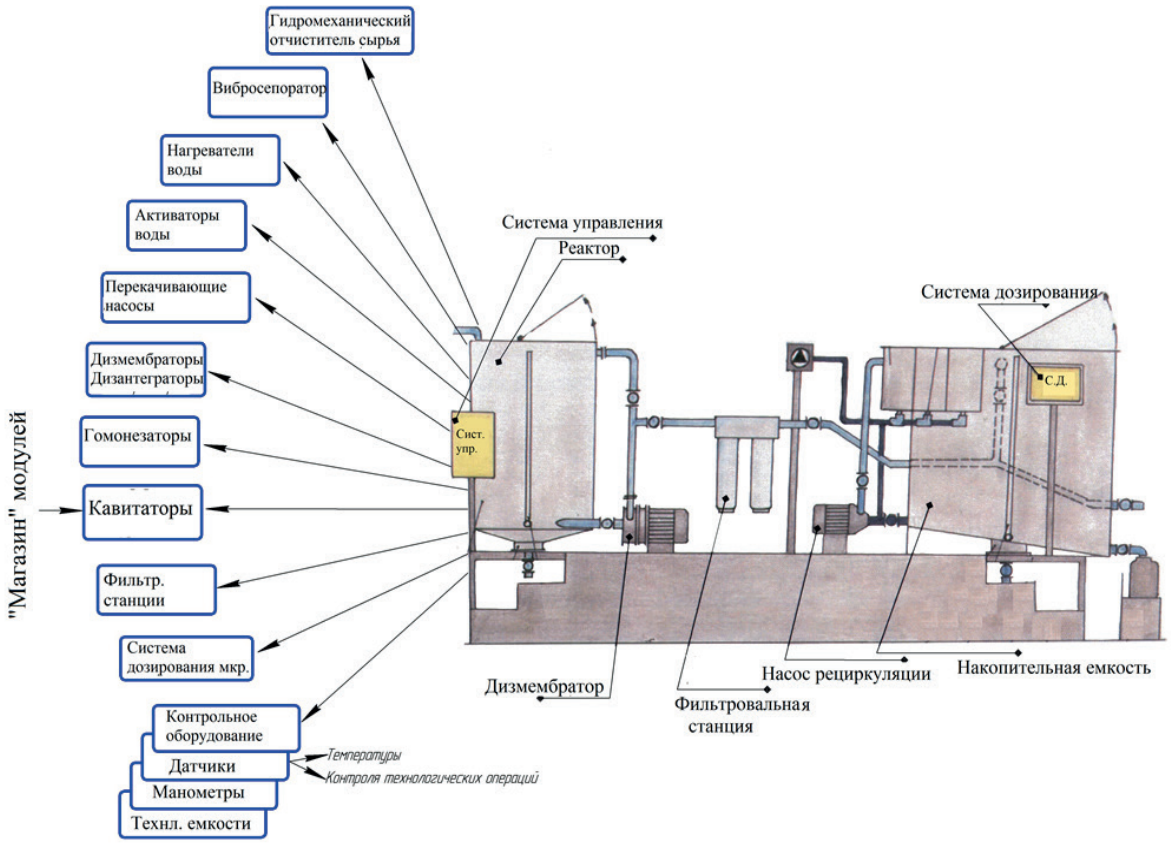


Рис. 1 – Схема модульного комплекса технологических линий по переработке органического сырья

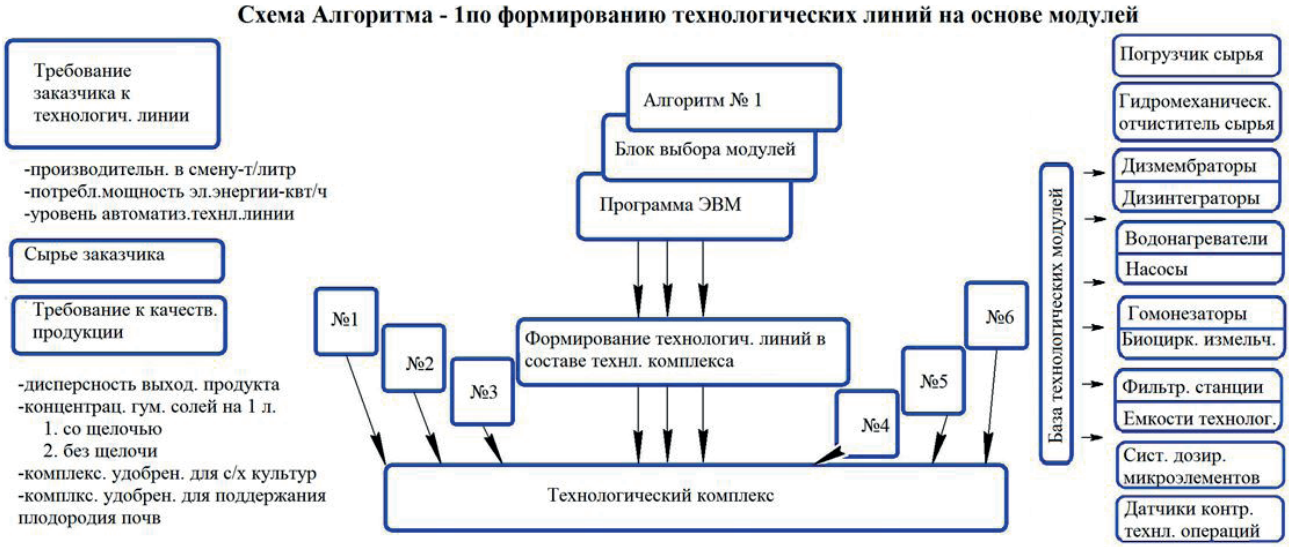


Рис. 2 – Схема алгоритма по формированию технологических линий на основе модулей

Теоретические исследования по изложенному материалу предполагают экспериментальную проверку эксплуатации технологических линий и комплекса в промышленных условиях с использованием основных инновационных технологических модулей.

В соответствии с научной гипотезой необходимо экспериментально проверить работоспособность модульных технологических линий, интегрированных в единой системе модульного технологического комплекса, обеспечивающих решение задач по производству конечного продукта с заданными заказчиком характеристиками. Таким образом:

1) модульный принцип формирования технологических линий для решения задач создания мобильных, гибких производств по переработке органического сырья в органические удобрения для сельского хозяйства и личных подсобных хозяйств – актуальная научная задача в государственном масштабе;

2) модульный принцип – это инновационный

подход, ускоряющий процессы обновления технологического оборудования при использовании современных научных достижений в различных отраслях промышленности для проектирования сложных технических систем по выпуску определенной продукции;

3) модульное проектирование сокращает сроки разработки нового оборудования, когда есть возможность его приобретения на рынке у специализированной организации;

4) модульный принцип построения технологических линий из специализированных модулей сегодня должен использоваться на отечественных предприятиях, что ускорит формирование технологических линий для выпуска новой продукции, востребованной рынком.

Методика использования алгоритма по выбору востребованных модулей при конструировании технологических комплексов по переработке органического сырья

Научная новизна данной работы заключается в создании информационно-программного обеспечения для специалистов по конструированию технологических комплексов для переработки органического сырья на основе многовариантных решений по формированию оптимального комплекса из имеющего на рынке оборудования.

Практическая значимость заключается в обеспечении специалистов программным инструментарием по эффективному формированию комплекса технологическим оборудованием из "магазина модулей", имеющегося на рынке производимой машиностроительной продукции в свободной продаже, а также в разработке методических рекомендаций на основе использования алгоритма по формированию технологических линий переработки органического сырья на основе модулей. Данная методика проходит экспериментальную проверку, результаты будут предложены журналу для публикации.

Положительный пример использования модульного оборудования в составе работающей технологической линии имеется на ООО «Боградский ГОК» в Республике Хакасия. С целью получения для бурения нефтяных и газовых скважин углещелочного реагента (далее УЩР) и гуматнокалиевого реагента (далее ГКР), являющихся отходами угледобычи Боровско-Соболевского месторождения (АО «Чулым-Уголь») и направляемых с вскрышными породами в отвалы, был проведен ряд исследований. Технический результат достигался тем, что в качестве оборудования для тонкого измельчения, а также реактора-смесителя для выщелачивания использовался дополнительно приобретенный модуль – вибрационная мельница типа МВ-20. Данный тип агрегатов представляет собой высокоэнергонапряженную и эффективную систему для тонкого помола и механохимической активации угольного вещества. К тому же, в вибромельницах возможно осуществлять помол угля без предварительной сушки, так как влажность материала слабо влияет на тонину помола, и можно даже вести процесс в водной суспензии (мокрый помол). Измельчение в мельнице может идти в непрерывном режиме, чем достигается необходимая производительность для крупнотоннажного производства.

Для более полного понимания выбора такого способа производства УЩР необходимо кратко остановиться на процессах, протекающих в высокоэнергонапряженных системах. В условиях вибропомола создается принципиальная возможность изменения реакционной способности угольного вещества посредством механохимического воздействия. С физической точки зрения при механоактивации угля происходит его диспергирование, приводящее к увеличению его удельной поверхности и раскрытию недоступных пор. С химической точки зрения основной эффект этого процесса можно описать как деформацию угольного вещества, приводящую к изменению межатомных и межмолекулярных связей, сопровождающуюся их ослаблением и в предельном случае механическим разрывом химических связей и образованием большого количества свободных радикалов. Таким образом, можно предположить, что механоактивационная обработка способствует повышению реакционной способности в процессе взаимодействия гуминовых кислот со щелочью, увеличивает скорость реакций и полноту их протекания. Тем самым создаются условия для получения продукта с лучшими техническими и эксплуатационными характеристиками.

Методика проведения исследовательской работы по получению УЩР и ГКР осуществлялась по следующей технологической схеме:

1) бурый окисленный уголь дробился на щековой дробилке до фракции 0-2мм. При этом влажность угля снизилась с 49,7 до 49,0% вследствие разогрева массы при механическом воздействии;

2) измельченный продукт с установленным в результате серии экспериментов оптимальным соотношением уголь:щелочь, равным 5:1 (в пересчете на сухое вещество), и при жидкостном модуле Т:Ж=1:0 (сухой помол, вода присутствует только во влаге угля) загружался в вибрационную мельницу МВ-20. Время помола со щелочью, в результате которого протекает интенсивная химическая реакция при наложении механоактивационного фактора, составила 10 минут. Такой метод позволяет создавать активные состояния в твердом теле и осуществлять реакцию непосредственно между реагентами, минуя стадию их растворения. Так как реакция является экзотермической, плюс выделяемое тепло при соударении шаров, температура в мельнице достигала необходимых 60-70^0 С;

3) полученный продукт представлял собой спрессованные из тонкоизмельченного (фракция менее 20 мкм) гумата натрия или калия гранулы размером 0-3 мм с небольшим количеством пылевидной фракции;

4) осуществлялась сушка продукта до влажности 25-30% и отсев пыли на сите 0,5 мм. Товарный продукт является угольнощелочным (ГУЩР) или гуматнокалиевым (ГГКР) гранулированным реагентом, который далее идет на затаривание.

Полученные по данной технологии УЩР и ГКР имеют в сравнении с лучшими образцами наиболее крупных производителей следующие физико-химические показатели.

Таблица – Физико-химические показатели новой технологии

Наименование и обозначение показателя, состояние топлива	ГУЩР (опытный образец)	ГГКР (опытный образец)	УЩР - улучшенный – БРЕГ- 2К.
Действующее вещество	Натриевая соль гуминовой кислоты	Калиевая соль гуминовой кислоты	Натриевая соль гуминовой кислоты
Массовая доля общей влаги, W^r, %	25-30 (обеспечивается степенью высушивания)	25-30 (обеспечивается степенью высушивания	35,0
Зольность, A^d, %	27,6	25,0	27,8
Содержание гумата натрия (калия) на сухое вещество, %	65,8	61,0	60,0
Растворимость в воде, S^d, %	91,2	88,9	85,0
Кислотность, pH	10,1	9,7	9-11
Содержание гуминовых кислот, $(HA)^{daf}$	74,7	67,2	65,5
Гранулометрический состав основной фракции, мм	0,5-3 (обеспечивается рассевом)	0,5-3 (обеспечивается рассевом)	менее 3 мм

Положительные результаты испытаний образцов, полученных с помощью включения нового модуля в состав технологической линии, позволили обосновать выбор технологии, качественно влияющей на свойства буровых растворов (определение технической эффективности на основное вещество 0,5%,1% ГГКР и 0,5%,1% ГУЩР по снижению показателя фильтрации, 0,5% 1,0% ГГКР и 0,5%,1,0% ГУЩР по снижению статического напряжения сдвига в 8%-х глинистых буровых растворах – цифры сравнительного тестирования в равных условиях гуматного калийного реагента БРЕГ-2К ТУ 2458-008-206727128-2000, производство Башкирия, с нашими образцами) и организацию собственного рентабельного производства УЩР и ГКР.

Выводы

Согласно теории Н.Д. Кондратьева, переход от одного технологического цикла к другому сопровождается системным кризисом. На фоне того, как экономика нашего государства проходила через предшествующие кризисы, можно предположить, что и грядущий кризис производительных сил пятого уклада может стать для России большой помехой на пути перехода к шестому. Риск несвоевременного преодоления кризиса имеет немаловажное значение, так как под угрозой стоит стратегическая задача сокращения отставания России в промышленном развитии от ведущих стран мира.

По мнению авторов, современное определение понятия «технологический уклад» – это определенный уровень развития промышленности и ее ядра – машиностроения, реализующего в период очередного технологического уклада инновационные технологии, предложенные на основе Стратегических программ развития экономики общества, поддержанных Правительством РФ. Внедрение цифровизации для российского машиностроения является реальной возможностью создать техническую и технологическую платформу для успешного внедрения и промышленного производства востребованного отечественного оборудования. Данное решение позволит выявить зависимость инновационного развития машиностроения от развития экономики России.

Предлагается для решения данной проблемы Правительству Российской Федерации разработать Программу опережающего развития машиностроения в экономике России.

Список литературы

1. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон № 280-ФЗ от 3 августа 2018 г.: принят Государственной. Думой 25 июля 2018 года.

2. Черкасов, В. А. Зарубежный опыт развития сельского хозяйства как одного из способов обеспечения продовольственной безопасности / В. А. Черкасов // Вестник ТГУ. – 2010. - № 6. - С. 14 -18.

3. Манжина, С. А. Анализ обеспечения АПК России удобрениями / С. А. Манжина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2017. - № 3 (27). - С. 199-221.

4. Кондратьев, Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды / Н.Д. Кондратьев // Сборник научных трудов. – М. : Экономика, 2002. - С. 274-289.

5. Доманина, А. О. О подходах к трактовке понятия «Технологический уклад. Института экономики и управления (г. Санкт-Петербург). [Электронный ресурс]. - Режим доступа URL: domaninaao@gmail.

com.
6. Львов, Д. С. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП / Д. С. Львов, С. Ю. Глазьев // Экономика и математические методы. - 1986. - № 5. - С. 793-804.
7. Дементьев, В. Е. Ловушка технологических заимствований и условия ее преодоления в двухсекторной модели экономики / В. Е. Дементьев // Экономика и математические методы. - 2006. - № 4. - С. 17-32.
8. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / под ред. С. Ю. Глазьева, В. В. Харитонова. - М. : «Тровант», 2009. - 304 с.
9. Яковец, Ю. В. Экономика России: перемены и перспективы / Ю.В. Яковец. - М., 1996. - 280 с.
10. Белоусов В.И., Белоусов А.В. Технологические уклады и преодоление экономических кризисов. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.perspektivy.info/print.php?ID=47065 (дата обращения 25.05.2019).
11. Климова, В. В. Технологические уклады — материальная основа экономического развития общества / В.В. Климова // Вестник СамГУПС. - 2010. - № 2(20). - С. 30-32.
12. Программа «Цифровая экономика России» от 24.07.2017 № 1632- Р [Электронный ресурс].- Режим доступа URL: http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.
13. Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" (с изменениями и дополнениями в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. N 382-13). [Электронный ресурс].- Режим доступа URL: https://base.garant.ru/70643464/c97cd9b59d97ee89f8842c374b081d6f/.
14. О специальных инвестиционных контрактах для отдельных категорий промышленности [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 16 июля 2015 г. № 70 .- Режим доступа URL: https://base.garant.ru/77670283/.
15. Каблов, Е. Н. Шестой технологический уклад // Наука и жизнь. – 2010. – № 4.- С. 24-28.
16. Материалы компании J'son & Partners Consulting. Перспективы развития Индустрии 4.0, цифровизации промышленности и промышленного интернета в России и в мире. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.it-world.ru/it-news/it/137531.html (дата обращения: 01.07.2019).
17. [Электронный ресурс]. - Режим доступа URL:https://долг.рф/news/economy/otritsatelnaya stagnatsiya itogi raboty obrabaty vayushchey_promyshlennosti v i_kvartale 2019_goda/(дата обращения: 01.07.2019)
18. [Электронный ресурс].- Режим доступа URL: https://nangs.org/news/economics/import-v-rf-iz-dalynego-zarubezhyya-v-i-polugodii-snizilsya-na-29/ (дата обращения: 08.07.2019).

THEORETICAL FOUNDATIONS AND REQUIRED CONDITIONS FOR ENGINEERING INDUSTRY DEVELOPMENT FOR DESIGNING MODULAR TECHNOLOGICAL COMPLEXES

Izmaylov Andrey Yu., *Fellow of Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, director, vim@vim.ru;*
Sorokin Konstantin N., *Candidate of Technical Sciences, vice-director, 762399@mail.ru*
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"
Sorokin Nikolay T., *Doctor of Economical Sciences, Chief Researcher, Sorokin.13@ yandex.ru;*
Zhuravleva Olga I., *Senior Researcher, qnu@vnims.rzn.ru*
Institute for Engineering Support of Agriculture (ITOSKh) – branch of FSAC VIM
Ruchiyov Igor Yu., *Head of the testing laboratory LLC "Bogradsky GOK", the Republic of Khakassia, i-ruch@ yandex.ru*

The aim of the research is to define the place of mechanical engineering industry in the conditions of the Fifth wave of innovation and implementation of the government resolutions on creating conditions for the development of the industrial society in Russia. The declared aim involves solving the following tasks: to study theoretical foundations for a technological paradigm of the development of modern Russian market economy; to analyze the level of industrial development and its adequacy for the current technological paradigm; to highlight the role of the next technological revolution and its positive impact on forming the basis for the development of industrial society; to consider opportunities for designing modular industrial technological complexes for processing organic raw materials on the basis of digital technologies; to determine specificities of forming a bank of required modules on a computer for the technological complex being in design. The relevance of the study is based on the necessity of manufacturing industrial equipment for processing lines and technological complexes in Russia, that is possible only in case of using materials and complementary parts mostly of Russian machinery producers due to the toughened sanctions. Considering a technological paradigm as a collection of technologies, specific for a particular level of industrial development, it must be noted, that at the current stage of the economic development of Russia the process of forming a new technological paradigm includes the transition from individual firms to the integrated network of large and small companies, connected to an electronic information network based on the Internet and working in close cooperation on technologies, product quality inspection, innovation planning. A high level of production is characterized by manufacturing capability of equipment of modular design included in processing lines and technological complexes on the basis of digital technologies for manufacturing a specific type of products. The authors believe, that in the period of continuous prohibitive sanctions from foreign partners under conditions of market economy development it is essential to identify the dependency between innovative development of domestic mechanical engineering

industry and actual status of economy development in the course of theoretical studies. At the same time, it is necessary to assess the adequacy of the created conditions for the development of mechanical engineering industry in the next wave of innovation and compliance with government-run programs on the development of market economy.

Key words: theoretical foundation for a wave of innovation, technological revolution, manufacturing capability of equipment of modular design, forming the bank of required modules.

Literatura

1. Federal'nyy zakon «Ob organicheskoy produktsii i o vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii» № 280-FZ ot 3 avgusta 2018 g.: prinyat Gosudarstvennoy. Dumoy 25 iyulya 2018 goda.

2. Cherkasov V.A. Zarubezhnyy opyt razvitiya sel'skogo khozyaystva kak odnogo iz sposobov obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti/ V.A. Cherkasov. // Vestnik TGU. – Tambov: TGU, 2010. - № 6. - S. 14 -18.

3. Manzhina S.A. Analiz obespecheniya APK Rossii udobreniyami / S.A. Manzhina // Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii. - 2017. - № 3 (27). - S. 199-221.

4. Kondrat'ev N.D. Bol'shie tsikly kon"yunktury i teoriya predvideniya. Izbrannye trudy / N.D. Kondrat'ev // Sbornik nauchnykh trudov. - M: Ekonomika, 2002. - S. 274-289.

5. Domanina A.O. O podkhodakh k traktovke ponyatiya «Tekhnologicheskiy uklad. Instituta ekonomiki i upravleniya (g. Sankt-Peterburg). [Elektronnyy resurs].- Rezhim dostupa URL: domaninaao@gmail.com.

6. L'vov D.S., Glaz'ev S.Yu. Teoreticheskie i prikladnye aspekty upravleniya NTP/ D.S. L'vov, S.Yu. Glaz'ev // Ekonomika i matematicheskie metody. - 1986. - № 5. - S. 793-804.

7. Dement'ev V.E. Lovushka tekhnologicheskikh zaimstvovaniy i usloviya ee preodoleniya v dvukhsektornoy modeli ekonomiki/ V.E. Dement'ev // Ekonomika i matematicheskie metody. - 2006. - № 4. - S. 17-32.

8. Glaz'ev S.Yu., Kharitonov V.V. Nanotekhnologii kak klyuchevoy faktor novogo tekhnologicheskogo uklada v ekonomike /Pod red. S.Yu. Glaz'eva, V.V. Kharitonova. - M.: «Trovant», 2009. - 304 s.

9. Yakovets Yu.V. Ekonomika Rossii: peremeny i perspektivy/ Yu.V. Yakovets. - M., 1996. - 280 s.

10. Belousov V.I., Belousov A.V. Tekhnologicheskie uklady i preodolenie ekonomicheskikh krizisov. [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: http://www.perspektivy.info/print.php?ID=47065 (data obrashcheniya 25.05.2019).

11. Klimova V.V. Tekhnologicheskie uklady — material'naya osnova ekonomicheskogo razvitiya obshchestva/V.V. Klimova.- Vestnik SamGUPS. - 2010. - № 2(20). - C. 30-32.

12. Programma «Tsifrovaya ekonomika Rossii» ot 24.07.2017 № 1632- R [Elektronnyy resurs].- Rezhim dostupa URL: http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.

13. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15 aprelya 2014 g. N 328 "Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii "Razvitie promyshlennosti i povyshenie ee konkurentosposobnosti" (s izmeneniyami i dopolneniyami v redaktsii postanovleniya Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 29 marta 2019 g. N 382-13). [Elektronnyy resurs].- Rezhim dostupa URL: https://base.garant.ru/70643464/c97cd9b59d97ee89f8842c374b081d6f/.

14. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16 iyulya 2015 g. № 708 «O spetsial'nykh investitsionnykh kontraktakh dlya otdel'nykh kategoriy promyshlennosti». [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa URL: https://base.garant.ru/77670283/.

15. Kablov E. N. Shestoy tekhnologicheskiy uklad // Nauka i zhizn'. – 2010. – № 4.- S. 24-28.

16. Materialy kompanii J'son & Partners Consulting. Perspektivy razvitiya Industrii 4.0, tsifrovizatsii promyshlennosti i promyshlennogo interneta v Rossii i v mire. [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: https://www.it-world.ru/it-news/it/137531.html (data obrashcheniya: 01.07.2019).

17. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa URL: https://dolg.rf/news/economy/otritsatelnaya stagnatsiya itogi raboty obrabaty vayushchey_promyshlennosti v i_kvartale 2019_goda/(data obrashcheniya: 01.07.2019)

18. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa URL:https://nangs.org/news/economics/import-v-rf-iz-dalynego-zarubezhyya-v-i-polugodii-snizilsya-na-29/(data obrashcheniya: 08.07.2019

УДК 621.316.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА УЧЕБНОМ СТЕНДЕ

КАШИРИН Дмитрий Евгеньевич, *д-р техн. наук, доцент кафедры электроснабжения, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kadm76@mail.ru*

ПАВЛОВ Виктор Вячеславович, *аспирант кафедры электроснабжения, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, vikp76@mail.ru*

В повышении эффективности процесса обучения значительную роль играет использование наглядных пособий и учебного оборудования, в том числе лабораторных испытательных стендов, работа с которыми дает возможность будущему специалисту закрепить на практике полученные знания. В статье дается описание лабораторного стенда, разработанного сотрудниками кафедры электроснабжения РГАТУ им. П.А. Костычева и предназначенного для обучения студентов по основной образовательной программе высшего образования направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». Разработанный стенд предоставляет широкие возможности по изучению электромеханических защитных устройств вторичной коммутации – приборов релейной защиты (РЗ) и автоматического повторного включения (АПВ), позволяет проводить исследование ряда явлений, происходящих в электросети при срабатывании данных устройств, в частности, явления самозапуска электродвигателей при восстановлении питающего напряжения после перерыва питания. Представлено краткое описание опытов, проводимых на данном стенде и наглядно раскрывающих принцип действия АПВ выключателей с электромагнитным приводом, совместную работу комплектов РЗ и АПВ при имитации устойчивых и неустойчивых коротких замыканий (КЗ). Отдельно рассмотрен опыт по определению влияния бестоковой паузы до АПВ на время самозапуска асинхронного электродвигателя. Результаты проведенного лабораторного исследования наглядно демонстрируют существование пропорциональной зависимости между величиной бестоковой паузы и временем самозапуска асинхронного электродвигателя, необходимом для восстановления его номинальной частоты вращения. В эксперименте помимо устройств, непосредственно входящих в состав испытательного стенда – набора электромеханических реле, магнитных пускателей, переключателя и т.д., использован ряд дополнительных приборов и устройств: асинхронный электродвигатель, электросекундомер, однофазные трансформаторы, лабораторный автотрансформатор, мультиметр и др.

Ключевые слова: *релейная защита, электродвигатель, самозапуск, автоматическое повторное включение.*

Введение

Устройства автоматического повторного включения (УАПВ) выключателей позволяют быстро восстанавливать электроснабжение потребителей при неустойчивых коротких замыканиях (КЗ) в сети, что обеспечивает бесперебойность питания потребителей и повышает надежность работы энергосистем [1, 2].

УАПВ классифицируют: 1) по назначению: для линий с односторонним и двухсторонним питанием; 2) по способу воздействия на привод выключателя: механические и электрические; 3) по числу фаз: одно- и трехфазные; 4) по кратности срабатывания: одно- и многократные.

Для АПВ выключателей с электромагнитными приводами выпускаются специальные комплектные реле – устройства, в состав которых входит несколько взаимодействующих элементов (реле, емкости, сопротивления). Для подстанций с постоянным оперативным током используются комплектные реле типа РПВ-58 (однократного действия) и РПВ-258 (двукратного действия). Для подстанций с переменным оперативным током применяется реле однократного действия РПВ-358, отличающееся от РПВ-58 наличием диода в цепи заряда конденсатора [2, 3].

Автоматическое повторное включение называется успешным, если оно сработало на неустойчивое КЗ, после чего электроснабжение потребителей восстановилось. При запуске АПВ на устойчивое КЗ релейная защита вторично отключает поврежденный объект без последующего АПВ. Такое АПВ называется неуспешным [1, 2, 4].

Устройство и принцип действия УАПВ

Реле РПВ-58 состоит из следующих элементов (рис. 1): 1) реле времени 1РВ, создающего выдержку времени от момента пуска АПВ до замыкания цепи включающей катушки выключателя; 2) промежуточного реле 1РП, дающего импульс на включение выключателя и имеющего две катушки – рабочую (параллельную) и удерживающую (последовательную); 3) емкости С, обеспечивающей однократность действия АПВ; 4) зарядного сопротивления 1R2, предназначенного для ограничения скорости заряда емкости С, чем предотвращается многократное включение при неуспешном АПВ; 5) добавочного сопротивления 1R1, предназначенного для обеспечения термической устойчивости реле времени 1РВ; 6) сопротивления 1R3, через которое происходит разряд емкости при наличии защит, действие которых не должно сопровождаться АПВ (запрет АПВ).

Работа комплектного реле осуществляется следующим образом. При подаче «+» оперативного постоянного тока на вывод 5 РПВ-58 включается реле времени 1РВ в цепь оперативного тока через свой нормально замкнутый контакт 1РВ.1 (мгновенный), который сразу же отпадает, при этом катушка 1РВ замыкается через добавочный резистор $1R_1$. Этим обеспечивается термическая

© Каширин Д. Е., Павлов В. В., 2019 г.

устойчивость реле времени, работающего на постоянном токе 220 В.

Как только реле времени сработало, запускается его выдержка времени, по истечении которого контакт 1РВ.2 замыкает рабочую катушку промежуточного реле 1РП в цепь разряда конденсатора С. При срабатывании 1РП самоудерживается своей второй обмоткой, подключаемой в цепь оперативного постоянного тока через один из своих замыкающих (нормально разомкнутых) контактов (контакт 1РП.1). Самоудерживание 1РП необходимо потому, что время включения выключателя велико (до 1 сек.), разряд конденсатора С кратковременный, а удерживаться в сработанном состоянии по цепи своей первой (рабочей) катушки реле 1РП не может из-за большого значения сопротивления зарядного резистора 1R2 (до 3,6 МОм), которое необходимо для медленного заряда конденсатора С, чтобы обеспечить блокировку при неуспешном АПВ.

При успешном АПВ команда на запуск пропадает (снимается «+» с вывода 5), 1РВ и 1РП возвращаются, и начинает заряжаться конденсатор С через зарядное сопротивление 1R2, и, когда заряд завершится, АПВ готово к новому циклу.

При неуспешном АПВ снова подается команда на запуск («+» оперативного тока на вывод 5), 1РВ по истечении выдержки времени замыкает 1РП на конденсатор С, но срабатывания 1РП не происходит, так как конденсатор еще не успел зарядиться после первого цикла. Контакт 1РВ.2, замыкая С на 1РП, препятствует дальнейшему заряду С. Таким образом обеспечивается однократность АПВ.

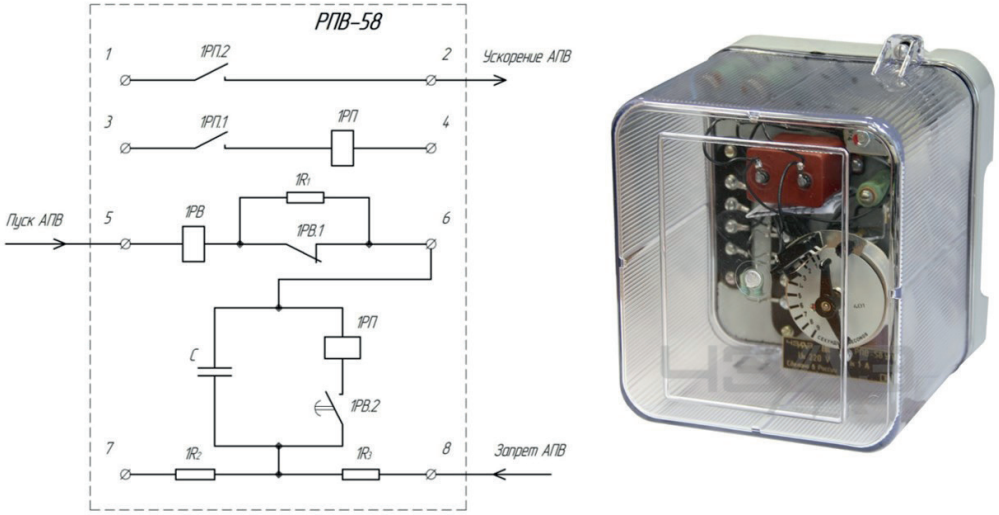


Рис. 1 – Схема внутренних подключений и общий вид комплектного реле РПВ-58

В схеме АПВ выключателей с электромагнитным приводом используется ключ управления с фиксацией (КУ). Реле РПО (Реле Положения «Отключено») указывает на положение выключателя. Оно обесточено при включенном выключателе и срабатывает при его отключении по любой причине, так как в цепь его катушки входит вспомогательный контакт выключателя, нормально замкнутый при отключенном выключателе. Нормально разомкнутый контакт РПО подключен последовательно между (+) оперативного тока и выводом 5 РПВ-58.

Для пуска устройства АПВ используется принцип несоответствия положения выключателя и его ключа управления КУ. При квитировании КУ в положение «Включено» его контакт 1 остается замкнутым до следующей оперативной команды. Если при этом выключатель включен, то имеется соответствие между положением выключателя и ключа управления, так как при включенном выключателе разомкнут его вспомогательный контакт, и реле РПО обесточено.

При отключении выключателя от релейной защиты вспомогательный контакт выключателя замыкается, и срабатывает РПО, подавая команду на включение РПВ-58. Таким образом, при появлении несоответствия положения выключателя и его ключа управления происходит запуск УАПВ [2].

Конструкция лабораторного стенда для изучения приборов релейной защиты и АПВ

Подробное описание лабораторного стенда и составляющих его основных компонентов представлено в [5]. Схема подключения РПВ-58 и всех вспомогательных компонентов, составляющих УАПВ, показана на рисунке 2. В данной конструкции использован галетный переключатель на три положения в качестве КУ, а в качестве РПО использовано промежуточное реле типа РП-23. Цепь нагрузки собирается в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. Вся цепь подключена к вторичной обмотке маломощного однофазного трансформатора (источник энергии) с коэффициентом трансформации 220/220В. В качестве выключателя цепи используется магнитный пускатель МП [3, 6]. Нагрузка состоит из асинхронного электродвигателя, подключенного через конденсатор, и лампы накаливания. Параллельно нагрузке подключено минимальное реле напряжения РН, а также и ЛАТР, с помощью которого производится имитация КЗ в цепи. К выводу ЛАТРа через понижающий трансформатор 220/12В подключена

катушка токового реле РТ-40, совместно с реле времени РВ (рис. 3) составляющего комплект максимальной токовой защиты. Помимо замыкающих контактов МП.1 и МП.2 магнитного пускателя, в цепи имеются контакты включающей и отключающей катушек – т.н. электромагнитов включения и отключения (ЭВ и ЭО). В качестве этих электромагнитов в лабораторном стенде использованы магнитные пускатели, работающие на постоянном токе. Вывод 4 РПВ-58 соединяется с цепью ЭВ через последовательно подключенную катушку указательного реле (РУ), сигнализирующего о факте срабатывания УАПВ, если накладка Н находится в рабочем положении, иначе по истечении времени уставки АПВ команда на включение ЭВ со стороны РПВ-58 не поступит.

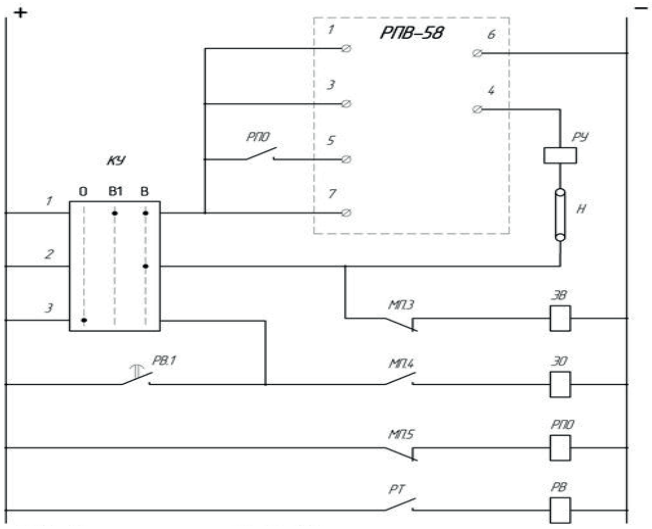


Рис. 2 – Схема УАПВ на основе РПВ-58 в цепях оперативного постоянного тока

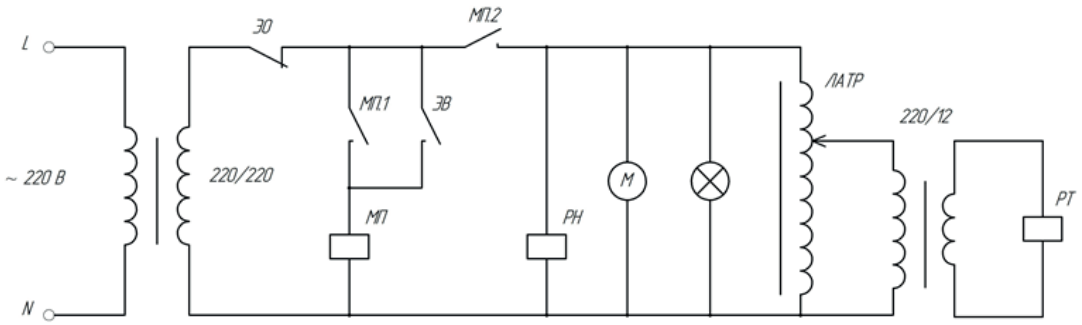


Рис. 3 – Цепь нагрузки

Работа схемы УАПВ, собранной на лабораторном стенде, осуществляется следующим образом. Квитированием ключа управления в положение «В1» из положения «О» проверяют работу АПВ (при снятой накладке Н). Квитированием ключа управления в положение «В» из положения «В1» включают нагрузку замыканием цепи электромагнита включения (ЭВ). Установкой накладки Н подключают устройство АПВ. При этом цепь нагрузки находится в рабочем режиме, а УАПВ – в состоянии готовности (по истечении 10-20 секунд, необходимых для заряда конденсатора).

Внешний вид лабораторного стенда представлен на рис. 4. Ниже приводится описание нескольких простых опытов, проводимых на данном стенде.

Изучение действия УАПВ совместно с комплектом релейной защиты

Для проведения опыта необходимо собрать схему нагрузки и защиты с имитацией КЗ при помощи ЛАТРа (рис. 3). Защиту собрать на базе максимального токового реле РТ-40 и реле времени ЭВ-132. Реле времени подключается к цепи оперативного постоянного тока в соответствии с рисунком 2. Проверить работу защиты увеличением тока КЗ путем поворота ручки ЛАТРа.

Далее необходимо измерить амперметром рабочий ток линии Іном и рассчитать уставку защиты по формуле:

$$I_{\text{сраб.реле}} = \frac{K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{СХ}} \cdot K_{\text{СЗП}}}{K_{\text{В}} \cdot n_{\text{ТТ}}} \cdot I_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{Н}}$ – коэффициент надежности защиты (принимается равным 1,2); $K_{\text{СХ}}$ – коэффициент схемы, зависящий от способа подключения реле защиты и трансформаторов тока (принимается равным 1); $K_{\text{СЗП}}$ – коэффициент самозапуска электродвигателя (равен 3); $K_{\text{В}}$ – коэффициент возврата максимального токового реле (равен 0,8); $n_{\text{ТТ}}$ – коэффициент трансформации трансформатора тока; $I_{\text{ном}}$ – рабочий ток линии (найденное значение), А.

Проверка действия УАПВ на устойчивое КЗ. Поворотом ручки ЛАТРа создать аварийный ток, при котором сработает РТ-40. Цепь нагрузки отключится защитой с выдержкой времени, а УАПВ запустит свою выдержку времени $t_{\text{АПВ}}$, по

истечении которого произойдет попытка включения на неустранившееся КЗ. Вновь сработает защита и запустится УАПВ. Но по истечении выдержки времени АПВ следующей попытки повторного включения не произойдет, т.к. конденсатор С не успел зарядиться. Система остается в таком состоянии до вмешательства оператора.

Квитировать ключ управления в положение «О».

Проверка действия УАПВ на неустойчивое КЗ. Квитировать КУ из положения «О» в положение «В1» и далее – в «В». Установить накладку. Поворотом ручки ЛАТРа создать аварийный ток, при котором сработает РТ-40. Цепь нагрузки отключится защитой с выдержкой времени, а УАПВ запустит свою выдержку времени $t_{АПВ}$. За время паузы АПВ устранить аварийный ток поворотом ручки ЛАТРа в нулевое положение. УАПВ по истечении выдержки времени производит успешное повторное включение. РУ сигнализирует о срабатывании УАПВ

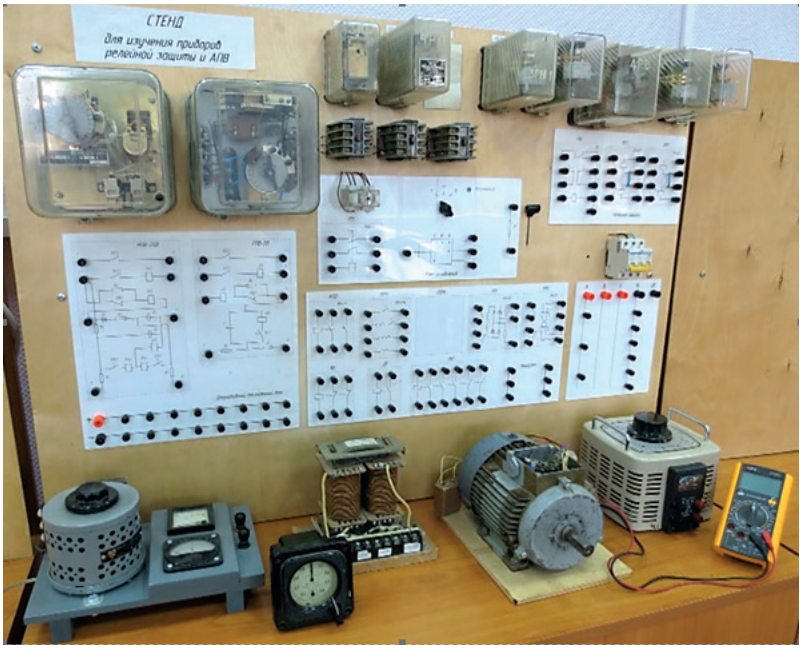


Рис. 4 – Общий вид лабораторного стенда для изучения приборов релейной защиты и АПВ

Определение влияния бестоковой паузы на время самозапуска асинхронного электродвигателя

Для определения влияния бестоковой паузы $t_п$ до АПВ на время самозапуска $t_{СЗП}$ асинхронного электродвигателя в комплекте с лабораторным стендом используется электрический секундомер (ЭС) типа ПВ-53Щ. Включает его минимальное реле напряжения РН-54, подключенное параллельно нагрузке (рис. 4, 5), при снижении питающего напряжения до уровня ниже величины уставки РН, принимаемой 0,85-0,9Uн. Схема подключения ЭС показана на рисунке 5.

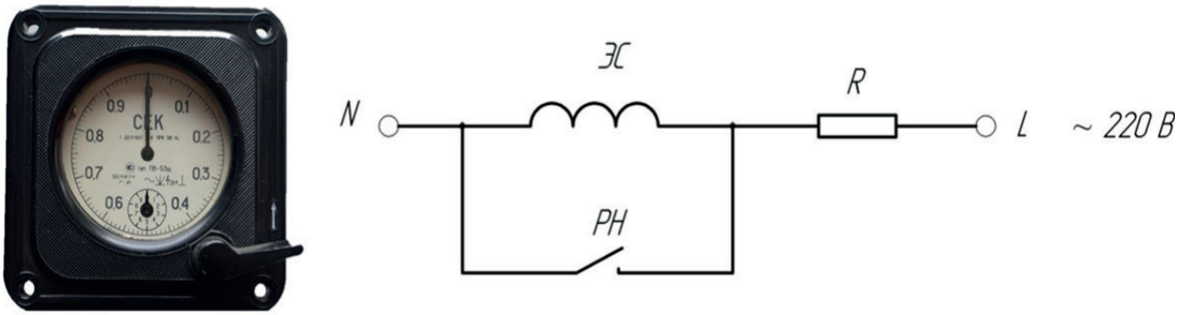


Рис. 5 – Схема подключения электросекундомера для определения времени перерыва питания и вид лицевой панели электросекундомера ПВ-53Щ

Время перерыва питания $t_п$ отсчитывается от момента возникновения КЗ (снижение напряжения) до восстановления нормального напряжения после успешного АПВ. Уставки АПВ $t_{АПВ}$ задавали: 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 сек. На каждой из этих уставок производить неустойчивые КЗ в линии и по секундомеру определять время перерыва электроснабжения. Определить продолжительность самозапуска электродвигателя:

$$t_{СЗП} = t_П - (t_{РЗ} + t_{АПВ}), \quad (2)$$

где $t_{СЗП}$ – время самозапуска электродвигателя, сек; $t_п$ – время перерыва электроснабжения, сек (отсчитывается секундомером); $t_{РЗ}$ – уставка реле

времени защиты, сек; $t_{АПВ}$ – уставка реле времени в комплектном реле РПВ-58, сек.

В таблицу занесены результаты измерений, по которым построен график зависимости времени самозапуска электродвигателя, работающего на холостом ходу, от бестоковой паузы АПВ (рис. 6).

Таблица – Результаты измерений и определение времени самозапуска

$t_{АПВ}$, сек (уставка)	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$t_{РЗ}$, сек (уставка)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
$t_{П}$, сек (измерение)	1,88	2,14	2,67	3,22	3,77	4,31
$t_{СЗП}$, сек (расчет)	0,13	0,14	0,17	0,22	0,27	0,31

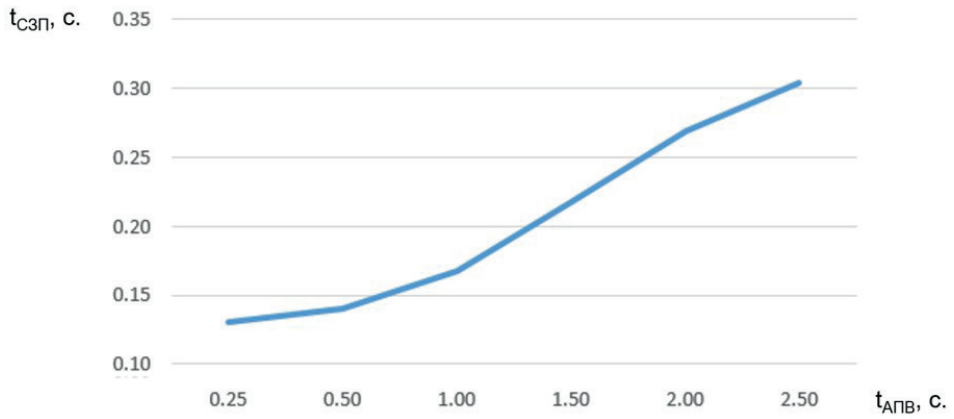


Рис. 6 – График зависимости времени самозапуска электродвигателя от уставки АПВ

Полученные результаты (табл., рис. 6) демонстрируют пропорциональную зависимость между величиной бестоковой паузы (уставкой АПВ) и временем самозапуска асинхронного электродвигателя, необходимого для восстановления его номинальной частоты вращения. При исчезновении питающего напряжения по любой причине, в частности, при срабатывании релейной защиты, асинхронный двигатель работает на выбеге, его частота вращения постепенно снижается. После восстановления напряжения в питающей линии происходит всплеск пускового тока двигателя, который тем больше, чем больше затормозился двигатель при отсутствии питания, то есть чем больше величина бестоковой паузы, задаваемой уставкой АПВ. В результате самозапуск электродвигателя сопровождается некоторым провалом напряжения в питающей сети, восстановление которого до номинального уровня происходит не сразу, а по истечении времени восстановления рабочего режима электродвигателя. Данную задержку фиксирует минимальное реле напряжения, управляющее электросекундомером.

Заключение

Лабораторный испытательный стенд предоставляет широкие возможности по изучению электромеханических защитных устройств вторичной коммутации – приборов релейной защиты (РЗ) и автоматического повторного включения (АПВ), позволяет проводить исследование переходных процессов, происходящих в электросети при срабатывании данных устройств [7-9].

Лабораторные работы, проводимые на данном стенде, наглядно демонстрируют обучающимся принцип действия АПВ выключателей с электромагнитным приводом, совместную работу комплектов РЗ и АПВ при имитации устойчивых и неустойчивых коротких замыканий (КЗ), а также явление самозапуска асинхронного электродвигателя после перерыва питания.

При исчезновении питающего напряжения по любой причине, в частности, при срабатывании релейной защиты, асинхронный двигатель работает на выбеге, его частота вращения постепенно снижается. После восстановления напряжения в питающей линии происходит всплеск пускового тока двигателя, который тем больше, чем больше затормозился двигатель при отсутствии питания, то есть чем больше величина бестоковой паузы, задаваемой уставкой АПВ. В результате самозапуск электродвигателя сопровождается некоторым провалом напряжения в питающей сети, и его восстановление до номинального уровня происходит не сразу. Данную задержку фиксирует минимальное реле напряжения, управляющее электросекундомером. Из результатов проведенного лабораторного эксперимента следует пропорциональная зависимость между величиной бестоковой паузы и временем самозапуска асинхронного электродвигателя, которое необходимо для восстановления его номинальной частоты вращения.

Список литературы

1. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электрорснабжения : учеб. для вузов по спец. «Электроснабжение». – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 496 с., ил.

2. Голубев, М. Л. Автоматическое повторное включение в распределительных сетях. – М. : Энергоиздат, 1982. – 96 с. : ил.

3. Справочник реле защиты и автоматики / под

ред. М. Э. Хейфица. - изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Энергия, 1968. – 296 с. : ил.

4. Каширин, Д. Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети [Текст] / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука и инновации: векторы развития : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах, 2018. - С. 28-31.

5. Лабораторный стенд для изучения приборов релейной защиты и АПВ [Текст] / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, К. Е. Гобелев, П. Э. Бочков // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : Изд-во РГАТУ, 2017. – Часть 2. – С. 86-89.

6. Каширин, Д. Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов [Текст] / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК : сборник материалов Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией В.А. Солопова. – Рязань, 2018. - С. 254-257.

7. Васильева, Т. Н. Лабораторный стенд для изучения цифровых релейных защит [Текст] / Т. Н. Васильева, Ю. Я. Прокопенко, Д. В. Курбатов // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : Изд-во РГАТУ, 2013. – С. 242-245.

8. Каширин, Д. Е. Разработка стенда для изучения частотно-регулируемых приводов асинхронных электиродвигателей [Текст] / Д. Е. Каширин, Ю. Я. Прокопенко // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : материалы 66-й междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : Изд-во РГАТУ, 2015. – Часть 2. – С. 118-121.

9. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети [Текст] / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Б. Угланов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 3 (39). – С. 77-81.

STUDY OF THE ELECTRIC MOTOR SELF-STARTING PROCESS AT THE TRAINING STAND

Kashirin Dmitrij E., *doctor of technical sciences, Associate Professor, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, kadm76@mail.ru*

Pavlov Viktor V., *graduate student, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, vikp76@mail.ru*

In enhancing the effectiveness of the learning process, the use of visual aids and modern training equipment, including laboratory test benches, plays a significant role. Working with them enables the future specialist to consolidate the knowledge gained in practice. The article describes the laboratory stand, developed by the staff of the Department of Power Supply, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, and intended to teach students on the basic educational program of higher education areas of training Power and electrical engineering. The developed stand provides ample opportunities for the study of electromechanical protective devices of secondary switching - devices of relay protection and automatic reclosing, allows to study a number of phenomena occurring in the electrical network when these devices are triggered, in particular, the phenomenon of self-starting electric motors voltage after a power break. A brief description of the experiments carried out at this stand and clearly revealing the principle of the operation of automatic reclosing switches with an electromagnetic drive, the joint operation of sets of relay protection and automatic reclosing in the simulation of stable and unstable short circuits is presented. Separately, the experience of determining the influence of a current-free pause on the self-starting time of an asynchronous motor is considered. The results of the laboratory research clearly demonstrate the existence of a proportional relationship between the value of the dead time and the self-starting time of the asynchronous electric motor, which is necessary to restore its nominal speed. In the experiment, in addition to the devices that are directly part of the test bench - a set of electromechanical relays, magnetic starters, switches, etc., a number of additional devices and devices were used: asynchronous electric motor, electric stopwatch, single-phase transformers, laboratory autotransformer, multimeter, etc.

Key words: *relay protection, electric motor, self-starting, automatic reclosing.*

Literatura

1. Andreev V. A. Releinaia zashchita i avtomatika sistem elektrorsnabzheniia: Ucheb. dlia vuzov po spets. «Elektrosnabzhenie». – 3-e izd., pererab. i dop. – M.: Vyssh. shk., 1991. – 496 s., il.

2. Golubev M. L. Avtomaticheskoe povtornoe vkliuchenie v raspredelitelnykh setiakh. – M.: Energoizdat, 1982. – 96 s., il.

3. Spravochnik rele zashchity i avtomatiki. Pod red. M. E. Kheifitsa. Izd. 2-e, pererab. i dop. – M., «Energiia», 1968. – 296 s., il.

4. Kashirin D.E. K voprosu povysheniia kachestvennykh kharakteristik elektrosnabzheniia kontaktnoi seti [Tekst] / D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // Sb: Nauka i innovatsii: vektory razvitiia Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh. Sbornik nauchnykh statei. V 2-kh knigakh. 2018. S. 28-31.

5. Laboratornyi stend dlia izucheniia priborov releinoi zashchity i APV [Tekst] / Kashirin D.E., Pavlov V.V., Gobelev K.E., Bochkov P.E. // Sb: Sovershenstvovanie sistemy podgotovki i dopolnitelnogo professionalnogo obrazovaniia kadrov dlia agropromyshlennogo kompleksa: Materialy Natsionalnoi nauch.-prakt. konf. – Riazan:

Izd-vo RGATU, 2017. – Chast 2. – S. 86-89.

6. Kashirin D.E. Analiz faktorov, vliiaiushchikh na nadezhnost raboty elektromagnitnykh kontaktorov [Tekst] / D.E. Kashirin, V.V. Pavlov // Sb: Inzhenernoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologii v APK Sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Pod obshchei redaktsiei V.A. Solopova. 2018. S. 254-257.

7. Vasileva T.N. Laboratornyi stend dlia izucheniia tsifrovykh releinykh zashchit [Tekst] / T.N. Vasileva, Iu.Ia. Prokopenko, D.V. Kurbatov // Sb.: Aktualnye problemy agroinzhenerii i ikh innovatsionnye resheniia: Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Riazan: Izd-vo RGATU, 2013. – S. 242-245.

8. Kashirin D.E. Razrabotka stenda dlia izucheniia chastotno-reguliruemykh privodov asinkhronnykh elektirodvigatelei [Tekst] / D.E. Kashirin, Iu.Ia. Prokopenko // Sb.: Agrarnaia nauka kak osnova prodovolstvennoi bezopasnosti regiona: Materialy 66-i mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Riazan: Izd-vo RGATU, 2015. – Chast 2. – S. 118-121.

9. Laboratornoe issledovanie kompensatsii reaktivnoi moshchnosti elektricheskoi seti [Tekst] / D.E. Kashirin, V.V. Pavlov, M.B. Uglanov i dr. // Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2018. – № 3 (39). – S. 77-81.

УДК 621.436

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

КОЧУРОВ Алексей Алексеевич, *канд. техн. наук, профессор, Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище им.В.Ф.Маргелова, a_lucky@mail.ru*

ЗУБ Дмитрий Владимирович, *мл. научный сотрудник, Рязанское отделение Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, dima31@bk.ru*

КОКОРЕВ Геннадий Дмитриевич, *д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технической эксплуатации транспорта, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, kgd5408@rambler.ru*

АКСЕНОВ Алексей Зиновьевич, *руководитель Рязанского отделения Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, axalex77@yandex.ru*

ЖУРАВЛЕВА Елизавета Анатольевна, *аспирант, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, lizunia0000@rambler.ru*

В статье рассматривается необходимость и результаты разработки универсального контроллера для аппаратно-программной платформы типоразмерного ряда автоматизированного стендового оборудования для диагностирования и регулировки дизельной топливной аппаратуры (ДТА). Исследованы электроуправляемые параметры современного стендового оборудования для ДТА с подбором оптимальной компонентной радиоэлектронной базы для использования в составе универсального контроллера. Рассматриваются его функциональные особенности, а также ключевые компоненты и их полезные характеристики применительно к управлению рассматриваемым стендовым оборудованием. Предложенный универсальный контроллер позволяет охватить функциональные требования типоразмерного ряда стендов для диагностирования и регулировки ДТА при достижении необходимых показателей полезных характеристик и оптимальной себестоимости изготовления. Он может быть использован при модернизации технически устаревшего стендового оборудования в составе аппаратно-программного комплекса модернизации. Универсальность и широкий диапазон полезных характеристик контроллера позволяет использовать его и в составе мобильного (переносного) комплекса экспресс-диагностирования компонентов дизельных топливных систем без демонтажа с двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: *диагностика топливной аппаратуры, универсальный контроллер, модернизация диагностического стенда.*

Введение

Стремительное развитие электронной компонентной базы позволяет совершенствовать технологии автоматизации диагностического стендового оборудования как с точки зрения эргономики, энергоэффективности, так и с позиций увеличения производительности и расширения функциональных возможностей аппаратной части.

В данном ключе существенную роль играют вопросы использования в диагностическом стендовом оборудовании электронных устройств управления – контроллеров, отвечающих современным

© Кочуров А. А.. Зуб Д. В., Кокорев Г. Д., Аксенов А. З., Журавлева Е. А., 2019 г.

требованиям. Особое значение приобретает разработка универсального контроллера с возможностью функционального охвата всех моделей стендового оборудования для диагностирования и регулировки дизельной топливной аппаратуры.

Объекты и методы

Правильная настройка параметров подачи топлива в цилиндры двигателя оказывает существенное влияние на мощность, экономичность и экологичность дизельных двигателей, применяемых в сельскохозяйственной технике. Требования к точности настройки и, соответственно, к точности средств измерений при диагностике и регулировании дизельной топливной аппаратуры неизменно и существенно возрастают с выходом новых поколений дизельных топливоподающих систем.

Качественное техническое обслуживание и ремонт топливной аппаратуры дизельных двигателей требуют создания специальных технических и технологических условий с применением комплекса специализированного оборудования, инструментов, а также обеспечением чистоты помещения, оборудования и рабочих поверхностей, что регламентируется требованиями соответствующих РД и ГОСТ.

Устойчивая мировая тенденция к автоматизации диагностического и испытательного оборудования предполагает эффективное электронное управление современными средствами измерений, электроприводами и электроуправляемыми исполнительными механизмами. Это в полной мере следует отнести и к стендовому оборудованию для испытания и регулирования дизельной топливной аппаратуры.

Современные датчики в подавляющем своем большинстве имеют на выходе аналоговый или цифровой сигнал, который следует обрабатывать с использованием микроконтроллерной техники.

Представленные на рынке универсальные промышленные контроллеры отечественного и зарубежного производства по стоимости и полезному набору рабочих характеристик не в полной мере удовлетворяют требованиям экономической и технической целесообразности их использования в системах автоматизированного управления стендовым оборудованием для диагностики компонентов дизельных топливоподающих систем.

В современных рыночных условиях основную часть затрат на производство небольшой серии готовых модулей радиоэлектронной продукции составляют затраты на сборку таких модулей из необходимых радиоэлектронных компонентов и комплектующих. Непосредственно же сами радиоэлектронные компоненты и комплектующие, выпускаемые массово крупными производителями, в большинстве своем недороги во всем диапазоне модификаций.

При таких обстоятельствах важнейшее значение приобретает разработка универсального контроллера, позволяющего, с одной стороны, охватить технические требования всех моделей в линейке типоразмерного ряда стендового оборудования, а с другой стороны, получить оптимальную стоимость за счет включения только необходимого функционала и производительности.

Используемое оборудование для ТО разномарочное, часто устаревшее, не отвечает требованиям универсальности в отношении приборов топливной системы дизелей разного исполнения и номенклатуры, а применяемые методы ТО и ремонта приборов топливной системы не позволяют выполнять испытания и регулировку всего комплекса аппаратуры.

Исходя из необходимости предоставить частному предпринимателю стендовое оборудование, доступное по стоимости и повышающее точность регулировки параметров ТА, в Рязанском отделении ФНАЦ ВИМ был предложен метод автоматизированной диагностики приборов топливной системы, основанный на одноканальном принципе измерения диагностических параметров.

Для уменьшения номенклатуры стендового оборудования на базе выполненного на этом принципе стенда КИ-35478 предлагается создание типоразмерного ряда автоматизированных стендов для диагностики топливной аппаратуры. При этом стенды предлагается комплектовать модулями для проверки форсунок, трубок высокого давления, аппаратуры Common rail.

Для унификации конструкции стендов, входящих в типоразмерный ряд, было предложено создать универсальный контроллер для управления исполнительными устройствами стенда и сбора данных от датчиков.

Рассмотрим список параметров, которые необходимо измерять в процессе диагностики топливной аппаратуры.

Очевидно, в список входят: частота вращения приводного вала, угловое перемещение вала для измерения углов начала нагнетания по секциям, давление топлива на входе в насос, температура топлива и цикловая подача топлива по секциям насоса.

Для проверки форсунок потребуется датчик измерения давления начала впрыска, таймер для определения гидроплотности, датчик расхода при измерении эффективного проходного сечения.

В базовом стенде КИ-35478 технология диагностики предполагает поочередное ручное переключение секций насоса к измерительному тракту. При конструировании более мощных стендов типоразмерного ряда для оптимизации действий регулировщика с целью уменьшения ручных операций целесообразно предусмотреть систему гидравлических клапанов для автоматического подключения секций к измерительному каналу стенда.

Кроме того, в универсальном стенде могут потребоваться дополнительные модули для управления различными типами топливных насосов с электронным управлением и форсунками common rail.

Для управления модулями возможно использовать отдельные недорогие микропроцессорные модули, интегрированные между собой в сеть на базе шины RS-485.

Экспериментальная часть

Для построения типоразмерного ряда универсальных автоматизированных диагностических стендов предлагается использование одноплатного контроллера с избыточным количеством входов для аналоговых датчиков давления, температуры и т.д., что упрощает монтаж на модернизируемых или вновь конструируемых стендах. Также в составе контроллера необходимо предусмотреть выход для управления частотным регулятором. Для объединения всех применяемых модулей необходимо разработать единый принцип сопряжения устройств и обмена данными между ними.

Кроме этого, применение современных высокоточных цифровых датчиков влечет за собой использование микропроцессорных средств сбора информации. Таким образом, управление современными стендами для диагностики ТНВД должно быть построено на базе компьютера и микропроцессорной схемы сбора информации (контроллера стенда). Для связи контроллера с компьютером должен быть организован интерфейс. Так как контроллеров может быть, как и модулей, несколько, целесообразно использовать для объединения модулей и связи с компьютером промышленный интерфейс на основе стандарта RS-485, позволяющий объединять большое количество устройств на общей шине.

В Рязанском отделении ФНАЦ ВИМ был разработан контроллер КИ-35479 (рис. 1), отвечающий вышеуказанным требованиям, используемый в одноканальном стенде КИ-35478 и имеющий следующие характеристики:

– микроконтроллер ATMega644-20AU;
– тактовая частота 16 мГц;
– напряжение питания 12V; 50 мА;
– установка на DIN-рейку;
– габаритные размеры 135x90x65 мм.

Входы:

– 6 универсальных входов аналого-цифрового 10-разрядного преобразования, для напряжений в диапазоне 0- 5V или 0-12 V (в зависимости от установленных при монтаже резисторов);
– два входа аналого-цифрового 12-разрядного преобразования для напряжений в диапазоне 0 – 5V;
– 2 аналоговых входа с диапазоном 0-5V и разрядностью 12 бит;
– входы для подключения энкодера типа «ЛИР» (может использоваться как 3 отдельных дифференциальных цифровых входа с уровнями ТТЛ-логики).

Выходы:

– мощный выход ШИМ 12V, 15 А для управления двигателем постоянного тока;
– 5 универсальных выходов для управления реле или клапанами 12V, 2А;
– 1 выход для светодиодного стробоскопа (может использоваться как универсальный);
– 1 порт для подключения частотного преобразователя;
– 1 порт интерфейса RS485 (2/4 проводный);
– 1 порт для программирования контроллера.

Рис. 1 – Печатная плата контроллера КИ-35479

Достоинствами разработанного контроллера являются:

– большое количество цифровых и аналоговых входов для подключения практически любых датчиков;
– возможность наращивания системы за счет добавления контроллеров, объединенных на одной шине RS-485;
– специально разработанный для устойчивой работы в условиях сильных помех от силового оборудования протокол обмена с компьютером, позволяющий восстанавливать пропущенные пакеты.

Модуль контроллера разработан на базе микроконтроллера ATMega 644 фирмы Атмел с производительностью до 20 миллионов простых операций в секунду (рис. 2, табл.).

Рис. 2 – Микроконтроллер ATMega644-20AU

Микроконтроллер имеет встроенный 10-битный АЦП с входным мультиплексором, который используется для измерения температуры и давления топлива.

Таблица – Основные технические характеристики микроконтроллера ATMega644-20AU

Производитель	Atmel Corporation		Тактовая частота	16 МГц
Наименование	ATMega644-20AU		Каналы ШИМ	6
Ядро	AVR 8-bit		Внутренний ЦАП	23 кан.
Flash-память	16		Внутренний АЦП	25 кан.
Объем RAM-памяти	4К		Напряжение питания	4.5V...5.5V
Объем ROM-памяти	2К		Температурный диапазон	от -40°С до 85°С
Количество линий			Корпус	TQFP44
ввода/вывода	32			

К достоинствам данного микроконтроллера следует отнести наличие сторожевого таймера (watchdog), системы контроля питания (brown-out detection), RC-генератора, а также возможности внутрисхемного программирования.

Для увеличения точности измерений использован высокоточный источник опорного напряжения фирмы Maxim REF195.

Измерительные входы контроллера защищены входными RC- фильтрами и сборками диодов Шоттки Bat54.

Для измерения напряжения, подаваемого на устройство управления рейкой и напряжения с датчика положения рейки, применен внешний 14-битный многоканальный АЦП MAX1068.

Это позволило с большим запасом удовлетворить требования к точности и разрешающей способности устройства.

Входы внешнего АЦП также защищены RC-фильтрами и диодами Шоттки.

Для управления напряжением и током источника питания, используемого для питания схемой управления рейкой, использованы встроенные таймеры микроконтроллера, работающие в режиме ШИМ.

Схема формирования напряжения управления рейкой состоит из формирователя образцового напряжения на АЦП фирмы Analog Devices и мощного усилителя постоянного тока, построенного на операционном усилителе и полевых транзисторах IRF9Z34 и IRLZ34N.

Схема формирования напряжения для датчика положения рейки построена аналогичным образом, но ввиду меньшей мощности в ней используется УНЧ широкого применения TDA2030.

Сигнал ШИМ управления клапанами формируется программно. Аналогично формируются и сигналы управления форсунками.

Все дискретные силовые выходы построены на мощных силовых транзисторах с датчиками тока IRC540, управляемыми драйверами затвора IR2121, что позволяет организовать защиту выходов без применения мощных резисторов в выходных цепях.

Для связи с компьютером контроллер включает в себя интерфейс RS485 на базе драйвера MAX483, совместимый с MODBUS на физическом уровне.

Схема включения/выключения источников питания автономна и состоит из микросхемы 74ac74n, используемой в качестве R-S триггера и цифрового транзистора BCR112.

Для программирования контроллера предусмотрен разъем типа PLD.

В процессе эксплуатации предусмотрено обновление встроенного ПО контроллера через RS485.

Опытный образец контроллера был экспериментально установлен на стенд для диагностики и регулирования дизельной топливной аппаратуры КИ-35478 (рис. 3). В такой комплектации были проведены стендовые испытания рядных и типа VE ТНВД, а также топливных насосов системы Common Rail различных марок.

Рис. 3 – Стенд для испытания и регулирования дизельной топливной аппаратуры КИ-35478 с модулем диагностирования элементов топливоподающей системы Common Rail

В ходе испытаний при необходимой повторяемости результатов эксперимента предлагаемый контроллер показал стабильную работу каналов ввода/вывода данных при подключении измерительных преобразователей (датчиков) различных типов, том числе высокоскоростных. Отсутствие зависаний контроллера в наиболее нагруженном режиме при обработке данных с максимального для типоразмерного ряда набора средств измерений свидетельствует о достаточной производительности выбранного микроконтроллера.

Среди положительных характеристик работы представленного контроллера следует отметить и стабильную связь контроллера с персональным компьютером в составе стенда, в особенности при включении стенда и ПК. Между тем, проблема нестабильности соединения с ПК при включении питания отмечена в работе некоторых серийных общепромышленных контроллеров, сопоставимых по производительности и набору функциональных возможностей.

Выводы

Предложенный контроллер обладает необходимым перечнем и объемом функциональных характеристик, позволяющих использовать его в системах управления во всем диапазоне линейки типоразмерного ряда стендов для диагностирования и регулировки дизельной топливной аппаратуры, включая насос-форсунки и дизельные топливоподающие системы аккумуляторного типа (Common RaiL).

Практическую ценность представляет также использование разработанного контроллера в аппаратно-программных комплексах модернизации технически устаревших стендов диагностирования и регулировки дизельной топливной аппаратуры. Кроме того, универсальность и широкий диапазон полезных характеристик контроллера с очевидностью позволяют использовать его в составе мобильного (переносного) комплекса экспресс-диагностирования компонентов дизельных топливных систем без демонтажа с двигателя внутреннего сгорания.

К недостаткам контроллера следует отнести использование в большинстве своем импортных (в основном китайского производства) радиоэлектронных компонентов, свободный доступ к которым на российском рынке может быть существенно затруднен или закрыт с изменением внешнеполитической обстановки. Широко доступные аналоги компонентной радиоэлектронной базы российского производства, к сожалению, отсутствуют.

Список литературы

1.Габитов, И. И. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей : учеб. пособие для студ. вузов / И. И. Габитов, JI. В. Грехов, А. В. Неговора. – Уфа : БГАУ, 2008. - 238 с.

2.ГОСТ 10578 – 95. Насосы топливные дизелей. Общие технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 18 с.

3.Корнеев, В. М. Модернизация стендов для испытания и регулирования топливных насосов высокого давления / В. М. Корнеев // Практика ремонта, восстановления и модернизации. – 2005. - № 3. – С. 7-10

4.Кочуров, А. А. Модернизация стенда для диагностики топливной аппаратуры для повышения точности измерения цикловой подачи / А. А. Кочуров, Д. В. Зуб, А. З Аксенов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. - 2018. - № 12. – С. 30-36.

5.Пат. на изобретение 2398127 РФ, F02M 65/00. Способ испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры (варианты) / В. Н. Бетин, А. А. Кочуров, Д. В. Зуб, С. А. Козлов ; заявитель и патентообладатель ГНУ Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка Россельхозакадемии. - № 2007129164/06; заявл. 30.07.2007; опубл. 27.08.2010, Бюлл. № 24. – 8 с.

6.Файнлейб, Б. Н. Методы испытаний и исследований топливной аппаратуры автотракторных дизелей / Б. Н. Файнлейб, И. Г. Голубков, Л. А. Клочев. - Москва ; Ленинград : Машиностроение, 1965. - 176 с.

7.Федосов, И. М. Руководство по испытанию и регулировке топливной аппаратуры автотракторных дизелей / И. М. Федосов, А. Л. Машкин. – Малоярославец : ОАО «МОПАЗ», 2004. – 76 с.

THE TECHNIQUE OF DEVELOPING A UNIVERSAL CONTROLLER FOR STANDARD SERIES BENCH EQUIPMENT IN THE DIAGNOSIS OF DIESEL FUEL SYSTEMS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Kochurov Alexey A., *candidate of technical sciences, Professor, Ryazan high airborne command school named of the General of the army V. Margelov, a_lucky@mail.ru*

Zub Dmitry V., *junior researcher, Ryazan department Federal Scientific Agroengineering Center VIM, dima31@bk.ru*

Kokorev Gennady D., *doctor of technical sciences, associate professor, Professor of Technical Transport Operation Department, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, kgd5408@rambler.ru*

Aksenov Alexey Z., *head of Ryazan department of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, axalex77@ya.ru*

Zhuravleva Elizaveta A., *postgraduate, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev lizunia0000@rambler.ru*

The article considers the necessity and results of the development of a universal controller for the hardware and software platform of the standard-size series of automated bench equipment for the diagnosis and regulation of diesel fuel equipment. Investigated electrically-controlled parameters of the modern stand equipment for diesel fuel equipment with the selection of optimal electronic component base for use in a generic controller.

Its functional features, as well as key components and their useful characteristics in relation to the control of the considered bench equipment are considered. The universal controller allows to capture functional requirements standard series stands for diagnosis and adjustment of diesel fuel equipment in achieving the required performance useful features and reasonable cost of manufacture. It can be used in the modernization of technically obsolete bench equipment as part of the hardware and software modernization complex. The versatility and wide range of useful characteristics of the controller allows it to be used as part of a mobile (portable) complex for rapid diagnosis of components of diesel fuel systems without dismantling from the internal combustion engine.

Key words: *diagnostics of fuel equipment, universal controller, modernization of diagnostic test bench.*

Literatura

1.Gabitov, I. I. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i diagnostika toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizelej [Tekst]: ucheb. posobie dlya stud. Vuzov / I.I. Gabitov, JI.B. Grekhov, A.B. Negovora. - Ufa: BGAU, 2008. - 238 s.

2.GOST 10578 – 95. Nasosy toplivnye dizelej. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Tekst]. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2000. – 18 s.

3.Korneev V.M. Modernizaciya stendov dlya ispytaniya i regulirovaniya toplivnyh nasosov vysokogo davleniya [Tekst]. / V. M. Korneev // Praktika remonta, vosstanovleniya i modernizacii, 2005, № 3. – S. 7-10

4.Kochurov, A.A. Modernizaciya stenda dlya diagnostiki toplivnoj apparatury dlya povysheniya tochnosti izmereniya ciklovoj podachi [Tekst] / A.A. Kochurov, D.V. Zub, A.Z Aksenov. Sel'skohozyajstvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont, 2018. № 12. – S. 30-36.

5.Patent na izobretenie 2398127 RF, F02M 65/00. Sposob ispytaniya i regulirovki dizel'noj toplivnoj apparatury (varianty) [Tekst] / V.N. Betin, A.A. Kochurov, D.V. Zub, S.A. Kozlov ; – zayavitel' i patentoobladatel' GNU Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij tekhnologicheskij institut remonta i ekspluatacii mashinno-traktornogo parka Rossel'hozakademii. - № 2007129164/06; zayavl. 30.07.2007; opubl. 27.08.2010, Byull. № 24. – 8 s.

6.Fajnlejb, B. N. Metody ispytanij i issledovanij toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizelej [Tekst]./ B. N. Fajnlejb, I. G. Golubkov, L. A. Klochev. - Moskva ; Leningrad : Mashinostroenie, 1965. - 176 s.

7.Fedosov, I.M. Rukovodstvo po ispytaniyu i regulirovke toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizelej [Tekst]./ I.M. Fedosov, A.L. Mashkin. – Maloyaroslavec: OAO «MOPAZ», 2004. – 76 s.

УДК 637.125

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ АППАРАТОМ ЧЕТВЕРТНОГО ДОЕНИЯ

КРАСНОВ Иван Николаевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры «Технологии и средства механизации в АПК», krasnov1310@rambler.ru*

КРАСНОВА Александра Юрьевна, *канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис в АПК», krasnov1310@rambler.ru*

МИРОШНИКОВА Валентина Викторовна, *канд. тех. наук, главный специалист по научно-исследовательской работе дирекции, mvalentina04@gmail.com*

МАКАРЕНКО Андрей Сергеевич, *аспирант кафедры «Технологии и средства механизации в АПК», krasnov1310@rambler.ru*

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград

Целью исследования явилось устранение передержек доильных стаканов на выдоенных долях вымени и повышение стимулирующего воздействия доильного аппарата на молочную железу. Объект исследования – доильный аппарат марки ДА-2М, переоборудованный в режим работы с поочерёдным пневмоприводом доильных стаканов. Показана существенная разница во времени извлечения молока из передних и задних долей у коров с любой формой вымени серийными отсасывающими доильными аппаратами, в том числе марки ДА-2М, из-за чего передние доли, будучи выдоенными, подвергаются холостому воздействию высокого вакуума. Учитывая высокую вероятность поражения их маститом при этом, предложен вариант переоборудования аппарата ДА-2М в режим четвертного доения с поочерёдным пневмоприводом доильных стаканов при различной, регулируемой продолжительности такта сосания в стаканах, предназначенных для извлечения молока, находящегося в передних долях вымени коровы. К доильному аппарату в этом варианте разработан ротационный пульсатор, применительно к которому получены расчётные формулы для определения продолжительности ди-

© Краснов И. Н., Краснова А. Ю., Мирошникова В. В., Макаренко А. С., 2019 г.

намических процессов в пневматическом приводе доильного стакана, обеспечивающие аналогично серийному аппарату его работу. Производственными опытами показано более высокое массирующее воздействие усовершенствованного доильного аппарата на соски вымени, увеличение их роли в секреции молока после машинного доения и повышении разового надоя на 14%. При этом в промежутке между очередными доениями коровы усовершенствованным аппаратом на фоне известной достаточно равномерной скорости образования молока в вымени животного дополнительно появляется источник усиленной секреции его, который обусловлен более интенсивными доильными стимулами в виде механических раздражений. Процесс повышения скорости производства молока в организме животного происходит на фоне равномерной секреции и дополняется непосредственно после доения в течение до трёх-четырёх часов, что способствует получению 0,5 кг молока при каждом последующем доении дополнительно. В процессе исследований с использованием усовершенствованного доильного аппарата поочерёдного привода доильных стаканов маститных заболеваний у коров не обнаружено.

Ключевые слова: *доение животного, аппарат для доения, надой молока, роторный пульсатор, вакуум.*

Введение

Оценка надоя молока по четвертям вымени коровы обычно производится ручным доением или применением специальных доильных аппаратов – аппаратов четвертного доения. Такие аппараты для доения коров применяют как для оценки функциональных показателей их вымени, так и определения параметров, характеризующих форму вымени, степень развития сосков, а также выявления маститных заболеваний [1, 3, 6, 10, 14,15]. Однако оценка этих показателей с использованием серийных доильных аппаратов, обеспечивающих работу доильных стаканов только в синхронном режиме с одинаковым соотношением тактов и частотой пульсаций для всех стаканов [5, 9, 13], не устраняет передержки их на уже выдоенных долях и не способствует повышению стимулирующего воздействия на рецепторы сосков и вымени. Это обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования таких аппаратов.

Результаты исследований и их обсуждение

Опытами по доению коров красной степной породы серийно выпускаемыми доильными аппаратами четвертного доения марки ДАЧ-1М установлены значительные отличия в длительности выдаивания различных долей вымени и массе надаиваемого из них молока. Правая и левая половины вымени коровы выдаивались практически за одно и то же время, и из них получали одинаковый надой. Иначе выдаивались передние доли. Они даже у коров с хорошим развитием и формой вымени содержали меньшее количество молока в сравнении с задними (при чашеобразном вымени – около 42%, а округлом – 39,5%), и молоко из них выдаивалось быстрее, что подвергало эти доли «холостому» воздействию вакуума в конце доения. Величины этих передержек на уже выдоенных долях зависят преимущественно от отношения количества молока в передних долях к массе его в задних долях, представляющего индекс вымени (рис. 1). По данным, представленным на этом рисунке, неодновременность выдаивания этих долей значительна – разница во времени полного извлечения молока из задних и передних половин вымени у животных, имеющих чашеобразное вымя, составила в среднем 25 секунд, у коров с округлым выменем – 48 секунд, а козьим – одну и более минуты [4, 7].

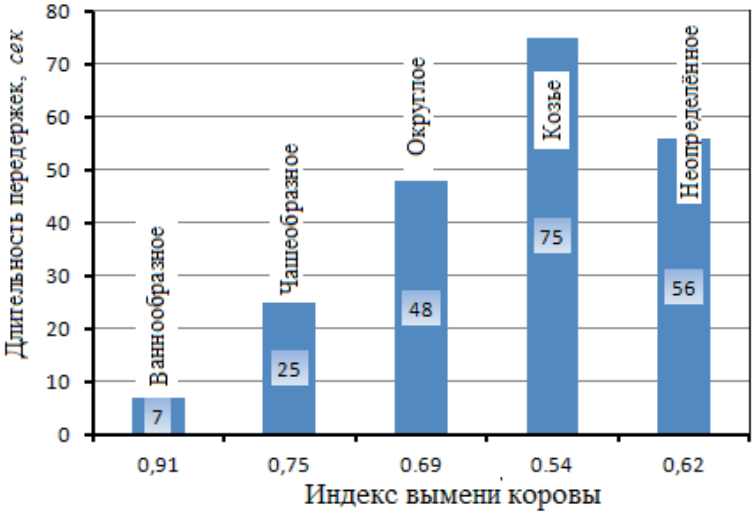


Рис. 1 – Продолжительность временных передержек стаканов при доении передних долей в функции индекса вымени у коров красной степной породы

С учетом высокой корреляции между степенью развития передних долей вымени и частотой их поражения маститами [8, 12], возникает необходимость устранения разницы во времени выдаивания передних и задних половин вымени. По данным наших исследований это возможно сделать двумя способами: путём сокращения продолжительности такта сосания в доильных стака-

нах, предназначенных для выдаивания передних долей вымени коровы, и изменением в этих доильных стаканах частоты пульсаций. Второй путь представляется более сложным, он требует применения сложного сблокированного пульсатора.

Первый способ – уменьшение времени такта сосания в стаканах для доения передних долей, по результатам нашим разработок, более рационален. Он осуществляется использованием в пневматическом приводе доильных стаканов усовершенствованного аппарата нового ротационного пульсатора (рис. 2) [7, 11].

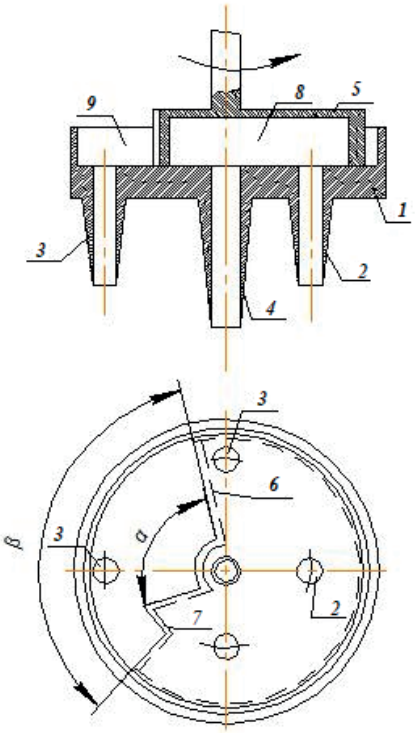


Рис. 2 – Пульсатор ротационного типа к усовершенствованному доильному аппарату:
1 – корпус; 2 и 3 – патрубки переменного вакуума; 4 – патрубок постоянного вакуума;
5 – ротор; 6 и 7 – перегородки ротора;
8 – вакуумная полость; 9 – полость атмосферного давления

В неподвижном корпусе 1 такого пульсатора имеются патрубки 2 и 3 переменного вакуума в линии пневмопривода доильных стаканов соответственно для извлечения молока из задних и передних половин вымени и патрубок постоянного вакуума 4. Сверху корпуса 1 расположен ротор 5 с механизмом привода его во вращение с заданной частотой пульсаций. Ротор имеет фигурную форму, ограниченную перегородками 6 (прямой) и 7 (ступенчатой), выполнен полым с образованием двух полостей 8 и 9. Полость 8 через центральный патрубок 4 вакуумирована, а полость 9 находится постоянно под атмосферным давлением. Эта полость атмосферного давления выделена указанными перегородками с углами растра α и β и постоянно открыта в атмосферу. Величинами углов α и β установлено необходимое соотношение тактов или отношение длительности такта сжатия ко времени такта сосания в стаканах, предназначенных для доения задних и передних долей в соответствии с индексом вымени коровы.

При работе усовершенствованного двухтактного доильного аппарата в поочерёдном режиме привода доильных стаканов в подсосковые камеры постоянно подаётся вакуум рабочей глубины, а с помощью пульсатора с вращающимся ротором в межстенных камерах с необходимой частотой пульсаций создаётся то вакуум при такте сосания, то атмосферное давление в процессе такта сжатия. Кроме того, особенностью работы такого аппарата является то, что в доильных стаканах для выдаивания задних долей вымени длительность такта сосания больше, чем в доильных стаканах для выдаивания молока из передних долей. Это обеспечивается тем, что патрубки 2 корпуса пульсатора в приводе стаканов для задних сосков установлены со смещением к центру ротора в отличие от патрубков 3 для привода стаканов для передних сосков вымени.

В предлагаемом режиме работы усовершенствованного аппарата длительности процессов истечения воздуха из межстенной камеры доильного стакана при переходе к такту сосания и процесса наполнения её при такте сжатия должны быть аналогичными этим процессам в серийном аппарате ДА-2М. Для расчётов в дальнейшем достаточно определения только времени истечения воздуха из одного доильного стакана в усовершенствованном аппарате, вместимость межстенной камеры которого в 4 раза меньше суммарной вместимости камер серийного аппарата. Для описания изотермического течения воздуха из неё дифференциальное уравнение будет [2, 3]:

$$V_i \cdot \frac{p_{am}}{p_i} d\left(\frac{p_i}{p_{am}}\right) = - \qquad (1)$$
$$-\mu \cdot \phi \cdot f \sqrt{p_{am} v_{am}} \cdot dt - dV_i ,$$

где p_i и V_i – давление и объём межстенной камеры стакана; текущие их значения;

$p_{ат}$ и $v_{ат}$ – атмосферное давление и удельный объём воздуха при нём;

μ – коэффициент, характеризующий расход воздуха;

f – площадь сечения шланга откачки воздуха из межстенной камеры;

t – время истечения воздуха из камеры стакана;

ϕ – функция расхода газа

$$\phi = \sqrt{2\frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{p}{p_i}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_i}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]};$$

k – показатель адиабаты, k = 1,41.

Приведенное уравнение (1) применимо лишь к мгновенному открытию отверстия течения воздуха площадью f [3, 7] . В предложенном пульсаторе

воздух истекает из стакана в начале с постепенным открытием отверстия истечения до его полного открытия за время:

$$t_o = \frac{60 r_o}{\pi R n}, \qquad (2)$$

где r_o и R – радиусы отверстия в патрубке переменного вакуума и окружности расположения этого патрубка на новом пульсаторе;

n – число оборотов привода ротора в минуту.

Принимая, что объём межстенной камеры стакана определяется зависимостью $V_i = V_0 p_i / p_{ат}$, а площадь отверстия в процессе поворота ротора ротационного пульсатора прирастает на постоянную величину Δf, уравнение (1) для времени истечения воздуха из межстенной камеры через него будет иметь следующий вид:

$$2V_0 \cdot d\left(\frac{p_i}{p_{am}}\right) = -\frac{\pi r \mu \phi}{4}\sqrt{p_{am} v_{am}} \cdot dt \cdot d(d_{отв_i}). \qquad (3)$$

Произведя двойное интегрирование уравнения (3) (от 0 до t_0 и от 0 до $d_{отв}=2r_o$), получили значение величины N_0 [3] в виде интегральной суммы, по которой далее определяется длительность t_0 полно-

$$N_0 = N_{\frac{p}{p_{am}}} - \frac{\mu \beta \pi \sqrt{p_{am} v_{am}} \cdot d_{отв}^2 \cdot t_o}{16 V_o}, \qquad (4)$$

где β – отношение давлений критическое, для воздуха β = 1,89;

$N_{\frac{p}{p_{am}}}$ – значение интегральной суммы вида N_i,

при $p/p_{ат}$ =0,528 N_{max} = 0,55;

p – давление в межстенной камере стакана, $p = p_{ат}$-h,

где h – величина вакуума, при котором работает доильный аппарат.

В последующем истечение воздуха из этой камеры стакана в доильном аппарате протекает уже при открытом отверстии патрубка переменного вакуума. Длительность дальнейшего процесса истечения газа определяется по формуле [3]:

$$t_1 = \frac{2V_o}{\mu \cdot f \cdot \beta \sqrt{p_{am} v_{am}}}(0{,}55 - N_o). \qquad (5)$$

Тогда для полного времени истечения газа из межстенной камеры в исследуемом аппарате получим:

$$t_{ист} = t_o + t_1. \qquad (6)$$

По этому времени определяются диаметр и длина трубок переменного вакуума в приводе доильных стаканов усовершенствованного аппарата, обеспечивающие одинаковое с серийным доильным аппаратом марки ДА-2М значение длительности переходных процессов.

Производственные опыты проведены на группах из пяти коров, результаты их представлены на рисунке 3. Первая часть этого рисунка построена по опытным данным доения коров с округлой формой вымени. Здесь разница в длительности доения задних долей по сравнению с временем выдаивания передних долей при одинаковом соотношении тактов λ = 0,43 во всех доильных стаканах (отношении длительностей такта сжатия к такту сосания при уголе β = 110⁰) составила 50 с. После того, как на том же ротационном пульсаторе путём смещения перегородки 7 (рис. 2) до образования угла β = 144⁰ было установлено соотношение тактов λ = 0,67 в доильных стаканах, предназначенных для доения передних долей вымени (такт сосания в них составлял 60% от времени одного пульса), эта разница уменьшилась до 15 с.

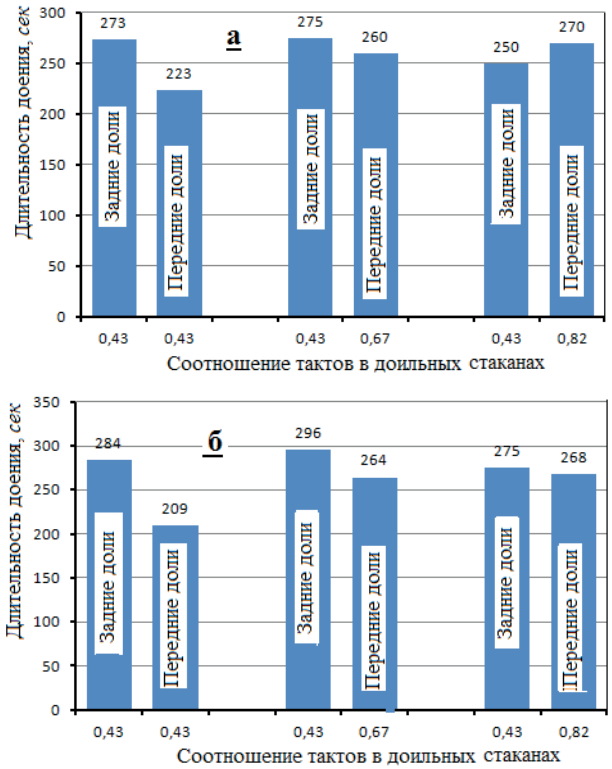


Рис. 3 – Графики зависимости времени выдаивания передних долей животных с округлой (а) и козьей (б) формами вымени от отношения между тактами сжатия и сосания (при n = 1,5 Гц, h = 48 кПа и λ = 0,43 в стаканах, предназначенных для задних долей)

При следующей установке угла β = 162⁰ (при длительности такта сосания 55% от времени одной пульсации) задние доли вымени коровы стали выдаиваться уже быстрее передних долей на 20 секунд. В процессе доения коров, имеющих козью форму вымени, по показателям одновременности выдаивания различных долей вымени наилучшие результаты имел усовершенствованный доильный аппарат при соотношении между тактами порядка 0,82 в стаканах, предусмотренных для передних долей вымени (рис.3 б).

К рациональным параметрам предлагаемого аппарата относятся:

– глубина вакуума – 48 кПа;

– частота пульсаций – 1,5 Гц;
– продолжительность:
истечения воздуха из межстенной камеры доильного стакана – 0,12-0,13 с,
наполнения этой камеры воздухом атмосферного давления – 0,10-0,11 с;
– вместимость межстенной камеры стакана – 0,12 дм^3;
– отношение времени такта сжатия к длительности такта сосания:
в стаканах для задних сосков – 0,43,
в стаканах для передних сосков у коров с выменем:
ванно- и чашеобразным – 0,43,
с округлым и не определённой формы – 0,67,
с козьим – 0,82.

В работе сделано предположение о возможности повышения продуктивности коров увеличением количества раздражений механорецепторов сосков и вымени при доении их доильным аппаратом поочерёдного (кругового) доения.

При изучении динамики секреции молока у коровы после окончания машинного доения определяли массу молока, образовавшегося за определённый промежуток времен. Методикой доктора биологических наук Марченко Г.М. для этого перед извлечением молока предусмотрено было введение 18-20 МЕ гормона окситоцина в ярёмную вену коровы. Для опытов были подобраны коровы-аналоги двух групп по 5 животных. Доение одной из них осуществляли вручную, а другой – усовершенствованным аппаратом с поочередным, круговым приводом стаканов. Доение животных проводили, постепенно изменяя промежутки *времени* через 8 дней между очередными доениями на 1 час по схеме 10 – 2 – 9 – 3; 8 – 4 – 8 – 4; 8 – 4 – 7 – 5; 8 – 4 – 6 – 6 и так далее. Пять дней в опытах предусмотрены были для адаптации животных, а затем три дня – для проведения экспериментов, в которых количество остаточного молока после доения в вымени определялось ручным додаиванием и также предварительным введением гормона окситоцина. Полученные экспериментальные данные по динамике секреции молока после доения представлены в таблице.

Таблица – Показатели динамики секреции молока у коров после доения различными способами

Длительность между очередными доениями, ч	Способ доения коров			
	усовершенствованным аппаратом		доильным аппаратом ДА-2М	
	разовыйнадой, кг	секреция молока за последний час, кг	разовый надой, кг	секреция молока за последний час, кг
2	2,2	1,1	2,0	1,0
3	3,3	1,0	2,9	0,9
4	4,0	0,7	3,5	0,6
5	4,7	0,7	4,1	0,6
6	5,2	0,5	4,6	0,5
7	5,8	0,6	5,2	0,6
8	6,3	0,5	5,8	0,6
9	6,9	0,6	6,3	0,5
10	7,4	0,5	6,9	0,6

По данным этой таблицы после машинного доения усовершенствованным доильным аппаратом поочерёдного пневмопривода доильных стаканов производство молока у коровы в течение начальных четырёх часов было на более высоком уровне, с большей скоростью секреции из-за более эффективного воздействия на соски и вымя механостимулов доения, которые ослаблены в процессе доения серийным аппаратом марки ДА-2М даже в условиях хорошего массажа вымени перед (40 с) и в конце (20 с) выдаивания животного.

Таким образом, воздействие повышенных стимулов доения на рецепторы вымени в предложенном доильном аппарате поочерёдного привода доильных стаканов способствует интенсификации молокообразовательного процесса у коров в течение первых часов (3-4 часа) сразу после доения. Это обеспечивает повышение надоя в среднем на 0,5 кг (14%). В процессе доения серийным аппаратом ДА-2М стимулы доения слабее и недостаточны для обеспечения повышенного образования молока у животного: молоко вырабатывается и накапливается в молочной железе сравнительно равномерно, на более пониженном уровне на протяжении всего промежутке времени между доениями. По данным этих опытов секреция молока между доениями коровы усовершенствованным аппаратом может быть представлена двумя участками (рис. 4).

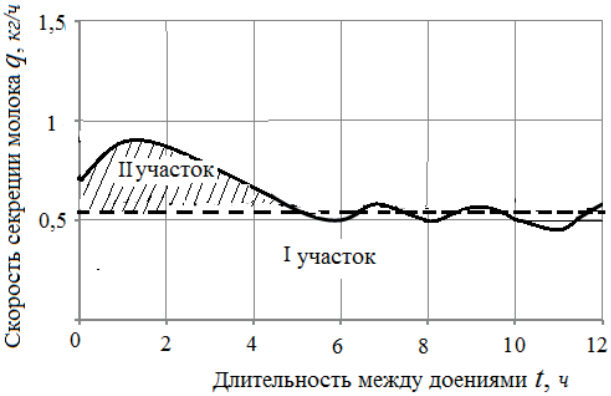


Рис. 4 – Зависимость скорости образования молока у коровы от времени между доениями усовершенствованным аппаратом поочерёдного доения

На первом участке или этапе имеет место непрерывная, более равномерная секреция молока (на рисунке 4 под пунктирной линией). Она обеспечивает производство основной части разового надоя у животного, Образование молока на этом участке управляется известным механизмом у коровы (гуморально-гормональным) по принципу обратной связи, который хорошо изучен [1, 2, 8, 9, 12, 14].

Второй участок рисунка характеризуется несколько повышенной скоростью образования у животного молока сразу же после доения в течение 3-4 часов. Этот участок наложен на первый с практически равномерной секрецией. Здесь секреция регулируется рефлекторно под действием более мощных механических стимулов в процессе доения и только тогда, когда они превосходят порог чувствительности у животного нервных импульсов, что вызывает выброс дополнительных порций гормонов лактации (преимущественно пролактина) в кровь коровы и усиление метаболизма в организме животного, интенсифицируя образование молока.

Следовательно, на фоне известной равномерной скорости образования молока в периоды времени между доениями серийным аппаратом появляется ещё дополнительный источник усиленного образования молока у коровы после её доения усовершенствованным аппаратом с поочерёдным приводом доильных стаканов за счёт усиления доильных раздражений. Этот своеобразный механизм усиленной скорости секреции молока наблюдается у коровы на фоне равномерной секреции и дополняет этот участок на протяжении первых 3-4 часов после доения, обеспечивая дополнительно получение 0,5 кг молока при каждом доении.

Маститных заболеваний у коров в процессе опытов с использованием усовершенствованного доильного аппарата не обнаружено.

Заключение

1. С учётом функциональных свойств вымени коров на фермах целесообразно переоборудование серийных отсасывающих аппаратов, например марки ДА-2М, с установкой в них пульсатора ротационного типа, обеспечивающего работу аппарата в режиме различной продолжительности такта сосания в стаканах, предназначенных для доения передних и задних сосков вымени, с поочерёдным их пневматическим приводом.

2. Теоретические зависимости, приведенные в статье, обеспечивают выбор параметров пневмопривода доильных стаканов усовершенствованного доильного аппарата в аналогичном серийному аппарату режиме.

3. В результате применения усовершенствованного аппарата поочерёдного доения на фоне сравнительно равномерной скорости образования у коровы молока между доениями появляется дополнительный источник усиленной секреции его в течение первых часов после доения, что обусловлено повышением доильных раздражений.

Список литературы

1. Механізація переробні галузі агропромислового коммплексу: Підручник / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – Киев : Вища освіта, 2006. – 479 с.
2. Расчёт исполнительных механизмов биотехнической системы / Л. П. Карташов, С. А. Соловьёв, Е. М. Асманкин, З. В. Макаровская. – Екатеринбург : УРО РАН, 2002. – 181 с.
3. Краснов, И. Н. Доильные аппараты / И. Н. Краснов. – Ростов : Изд. Ростовского ун-та, 1974. –228 с.
4. Краснов, И. Н. Компьютерная модель прогнозирования производства молока на ферме и индивидуальных удоев коров / И. Н. Краснов, Е. В. Назарова, В. Н. Литвинов // Вестник аграрной науки Дона ФГБОУ ВПО АЧГАА. - 2013. - № 1 (21). - С. 37-45.
5. Механизация производства, первичной обработки и переработки молока / И. Н. Краснов, А. Ю. Краснова, В. М. Филин, Д. В. Филин. - Ростов н/Д : ТЕРРА ПРИНТ, 2009. – 388 с
6. Краснов И.Н. Получение высококачественного молока в индивидуальном секторе производства / И.Н. Краснов, И.В. Капустин, В.И. Будков, Е.И. Капустина, А.Ю. Краснова // Materialy VIII Miedzynarodnej naukowi-praktycznej konferencji “Perspektywiezne opracowania sa nauka I technikami – 2012”. Volume 16. Ekologia. Geografia I geologia. Rolnictwo: Pcremysl: Nauka I Studia. – 96 str. – C/ 62-68.
7. Макаренко, А. С. Повышение эффективности работы доильного аппарата четвертного доения / И. Н. Краснов, А. С. Макаренко // Вестник аграрной науки Дона. – 2014.- №2(26). – С. 21-25.
8. Огородников, П. И. Научно-технический прогресс – основа эффективной реализации инновационных проектов в АПК : монография / П. И. Огородников. – Екатеринбург : Институт экономики УрОРАН, 2009. – 228 с.
9. Уиттлстоун, У. Г. Принципы машинного доения. - М. : Колос, 1964.
10. Черкашенков. И. И. Отдача молока различными долями вымени. ВИЖ, БНТИ, 1957.
11. Патент РФ № 2610553 МПК A01j 5/10. Ротационный пульсатор / И.Н. Краснов, А.Ю. Краснова, А.С. Макаренко. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (RU). – №2015128442; заявл. 13.07.2015; опубл. 13. 02.2017, Бюл. № 5.
12. Цой, Ю. А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю. А. Цой. – М. : ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.
13. Phillips D.S.M. Effect of pulsator ration on milking rate. “N.Z.I. Agrick.” , 1963, 107, № 5.
14. Schololand. Melkmaschine. Dt. Elektro-Handwerke, 1961. V. 36, № 6.
15. Исследование физико-механических характеристик сосков вымени коровы / В. М. Ульянов, В. А. Хрипин, А. А. Хрипин, Н. В. Бубнов // Вестник аграрной науки Дона. - 2018. - № 4 (44). - С. 65-75.

IMPROVING THE PROCESS OF COWING OF COWS WITH A FOURTH FILLING APPARATUS

Krasnov Ivan N. *- Dr. of technical. Sci., Professor of the Department of Mechanization and Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University in Zernograd (Rostov region, Russian Federation).*

Tel. 8-928-137-98-08.

Krasnova Aleksandra Yu. *- Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Azov-Black Sea Engineering Institute - a branch of the FSBEI HE "Don State Agrarian University", Zernograd.*

Miroshnikova Valentina V. *- Candidate of Technical Sciences, chief specialist in research work of the Directorate of the Azov-Black Sea Engineering Institute - a branch of the FSBI of HE "Don State Agrarian University" in Zernograd.*

Makarenko Andrei S. *- graduate student of the department of mechanization and production technology and processing of agricultural products of the Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University in Zernograd.*

Research objective was elimination of overexposures of milking glasses on the milked dry shares of an udder and increase in the stimulating impact of the milking machine on a mammary gland.Research object the converted milking machine of the DA-2M brand in an operating mode with a serial pneumatic actuator of milking glasses.The essential time difference of extraction of milk from front and back shares at cows with any form of an udder the serial sucking-away milking machines, including the DA-2M brands because of what front shares, being milked dry, are exposed to single influence of a high vacuum is shown. Considering a high probability of defeat by their mastitis at the same time, the option of re-equipment of the device DA-2M in the mode of quarter milking with a serial pneumatic actuator of milking glasses at various, adjustable duration of a step of sucking in the glasses intended for extraction of the milk which is in front shares of an udder of a cow is offered. To the milking machine in this option the rotational pulsator in relation to which the settlement formulas for determination of duration of dynamic processes in the pneumatic drive of a milking glass ensuring to similarly serial device its functioning are received is developed. Know-how showed higher massing impact of the advanced milking machine on udder nipples, increase in their role in secretion of milk after machine milking and increase in single milk yield for 14%. At the same time in an interval between the next milkings of a cow the advanced device against the background of the known rather uniform speed of formation of milk in an animal udder in addition there is a source of its strengthened secretion which is caused by more intensive milking incentives in the form of mechanical irritations. In the course of the researches with use of the advanced milking machine of the serial drive of milking glasses of mastitis diseases at cows it is not revealed.

Key words: *machine milking, milking machine, milk yield, milking duration, rotary pulsator, milk, vacuum.*

Literatura

1. Gvozdev O.V. Mexanizacziya pererobni galuzi agropromislovogo kommpleksu: Pidruchnik / O.V. Gvozdev, F.Yu. Yalpachik, Yu.P. Rogach, M.M. Serdyuk. – K.: Vishha osvita, 2006. – 479 s.

2. Kartashov L.P. Raschyot ispolnitel`ny`x mexanizmov biotexnicheskoj sistemy` / L.P. Karta-shov, S.A. Solov`yov, E.M. Asmankin, Z.V. Makarovskaya. – Ekaterinburg: URO RAN, 2002. – 181 s.

3. Krasnov I.N. Doil`ny`e apparaty` / I.N. Krasnov. – Rostov: Izd. Rostovskogo un-ta, 1974. –228 s.

4. Krasnov I.N. Komp`yuternaya model` prognozirovaniya proizvodstva moloka na ferme i individual`ny`x udoev korov / I.N. Krasnov, E.V. Nazarova, V.N. Litvinov. Vestnik agrarnoj nau-ki Dona, Zernograd: FGBOU VPO AChGAA, № 1 (21), 2013, s.37-45.

5. Krasnov I.N. Mexanizaciya proizvodstva, pervichnoj obrabotki i pererabotki moloka / I.N. Krasnov, A.Yu. Krasnova, V.M. Filin, D.V. Filin. Rostov n/D: TERRA PRINT, 2009. – 388 s.

6. Krasnov I.N. Poluchenie vy`sokokachestvennogo moloka v individual`nom sektore proiz-vodstva / I.N. Krasnov, I.V. Kapustin, V.I. Budkov, E.I. Kapustina, A.Yu. Krasnova // Materialy VIII Miedzynarodnej naukowi-praktycznej konferencji "Perspektywiezne opracowania sa nauka I technikami – 2012". Volume 16. Ekologia. Geografia I geologia. Rolnictwo: Pcremysl: Nauka I Studia. – 96 str. – C/ 62-68.

7. Makarenko A.S. Povy`shenie e`ffektivnosti raboty` doil`nogo apparata chetvertnogo doe-niya / I.N. Krasnov, A.S. Makarenko // Vestnik agrarnoj nauki Dona. – Zernograd: ROiOP AChII, 2014. – S. 21-25.

8. Ogorodnikov P.I. Nauchno-texnicheskij progress – osnova e`ffektivnoj realizacii inno-vacionny`x proektov v APK: monografiya / P.I. Ogorodnikov. – Ekaterinburg: Institut e`konomiki UrORAN, 2009. – 228 s.

9. Uittlstoun U.G. Principy` mashinnogo doeniya. M., «Kolos», 1964.

10. Cherkashenkov I.I. Otdacha moloka razlichny`mi dolyami vy`meni. VIZh, BNTI, 1957.

11. Patent RF № 2610553 MPK A01j 5/10. Rotacionny`j pul`sator / I.N. Krasnov, A.Yu. Kras-nova, A.S. Makarenko. Zayavitel` i patentoobladatel` FGBOU VO «Donskoj GAU» (RU). – №2015128442; zayavl. 13.07.2015; opubl. 13. 02.2017, Byul. № 5.

12. Czoj Yu.A. Processy` i oborudovanie doil`no-molochny`x otdelenij zhivotnovodcheskix ferm / Yu.A. Czoj. – M.: GNU VIE`SX, 2010. – 424 s.

13. Phillips D.S.M. Effect of pulsator ration on milking rate. "N.Z.I. Agrick." , 1963, 107, № 5.

14. Schololand. Melkmaschine. Dt. Elektro-Handwerke, 1961. V. 36, № 6.

15. Ul`yanov V.M. Issledovanie fiziko-mexanicheskix xarakteristik soskov vy`meni korovy` / V.M. Ul`yanov, V.A. Xripin, A.A. Xripin, N.V. Bubnov. Vestnik agrarnoj nauki Dona, Zernograd: № 4 (44), 2018, s.65-75.

УДК 631.347

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ

КУЗНЕЦОВ Александр Васильевич, *соискатель кафедры технологии металлов и ремонта машин, tmirm@yandex.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru*

РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, ryazantsev.41@mail.ru*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru*

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@rambler.ru*

БОРИСОВ Геннадий Александрович, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, tmirm@yandex.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Внедрение кассетной технологии выращивания рассады требует совершенствования мобильных дождевальных машин для обеспечения необходимого качества дождя, эффективности полива и требуемых эксплуатационных показателей. Мобильная дождевальная машина имеет крылья с насадками для орошения. Вращение дождевальных крыльев и осуществление полива центральной части круга обеспечивается за счет сил струй двух насадок секторного действия, работающих по принципу сегнерова колеса. Для полива внешней части круга и исключения попадания дождя на стенки теплицы на концевых частях крыльев установки монтируются дождевальные насадки кругового действия. Расход насадок определяется как сумма объёмов воды, попавшей в дождемеры при орошении. Значение дальности полета капель в середине сектора орошения в направлении факела принималось за радиус орошения насадки. Средний диаметр капель искусственного дождя определялся путем улавливания их в начале, середине и конце факела насадок на предварительно тарированной фильтровальной бумаге. Равномерность распределения искусственного дождя по площади орошения, т.е. коэффициенты полива насадок определялись статистическим методом как отношение числа случаев эффективного, недостаточного и избыточного поливов к общему числу случаев. На основе полученных данных получена столбчатая диаграмма, отражающая уровень осадков зоны полива в соответствии с расположением дождемеров. На основании полученного уравнения регрессии построена поверхность распределения слоя осадков по площади полива с учетом сглаживания. Для обеспечения равномерности полива задавались величиной полива. Просуммировав уровни осадков на соседних позициях, можно задаться требуемым уровнем осадков при перекрытии. Полученное уравнение решается методом итераций, для заданного радиуса полива можно определить величину перекрытия, то есть расстояние между соседними позициями. Рациональное расстояние между соседними позициями дождевальной установки определяется радиусом полива и функцией распределения осадков по площади полива.

Ключевые слова: *орошение, дождеватель, защищенный грунт, кассетный способ, рассада.*

Введение

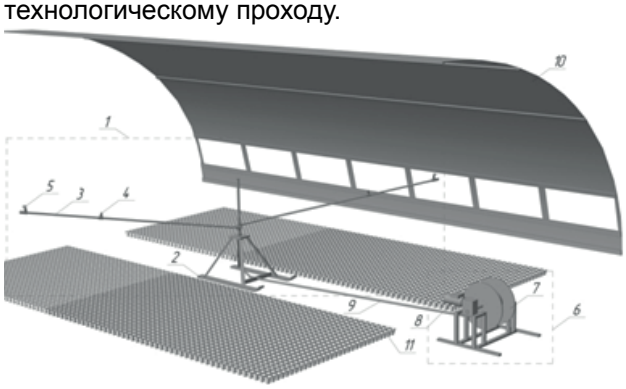
Увеличение производства продовольствия является важнейшим направлением развития экономики России. Орошение рассады овощных культур является важным элементом кассетной технологии. Применение для выращиваемой кассетной рассады существующего дождевального оборудования общего назначения неприемлемо, так как эффективность полива (равномерность его распределения по площади) и качество дождя (размер капель и интенсивность дождя) не соответствуют агротехническим требованиями для кассетной рассады. Значительная интенсивность дождя и большой размер капель способны вызывать эрозионные процессы, что приводит к вымыванию из кассет почвенной смеси. Несоответствие диаметра капель и равномерности распределения дождя агротребованиям может повреждать до 50-60% рассады. Внедрение кассетной технологии выращивания рассады требует совершенствования мобильных дождевальных машин для обеспечения необходимого качества дождя, эффективности полива и требуемых эксплуатационных показателей [5]. Повышение эффективности орошения достигается применением шлангового дождевателя с использованием позиционного поли-

© Кузнецов А. В., Рембалович Г. К., Рязанцев А. И., Костенко М. Ю., Безносюк Р. В., Борисов Г. А., 2019 г.

ва с перекрытым орошаемых участков.

Материалы и методы исследований

Дождевальная установка соединяется с подводящим шлангом, при наматывании которого на барабан приводной катушки осуществляется полив на всю длину шланга от начала до конца катушки. Перемещение на смежные позиции происходит по технологическому проходу.



1 – модуль дождевания; 2 – основание; 3 – дождевальные крылья; 4 – насадка секторного действия; 5 – насадка кругового действия; 6 – модуль управления; 7 – катушка для намотки шланга; 8 – мотор-редуктор; 9 – шланг;10 – корпус теплицы; 11 – кассеты рассады

Рис. 1 – Общий вид дождевальной установки [3,4]

Вращение дождевальных крыльев установки и осуществление полива центральной части круга (рис.1) обеспечивается за счет сил струи двух насадок секторного действия, работающих по принципу сегнерова колеса. Две насадки секторного действия осуществляют полив центральной части круга на 1/3 длины крыльев. Это обеспечивает высокую равномерность распределения слоя дождя по орошаемой поверхности.

Для полива внешней части круга и исключения попадания дождя на стенки теплицы на концевых частях крыльев установки монтируются дождевальные насадки кругового действия [1].

Расход насадок определяется как сумма объёмов воды, попавшей в дождемеры при орошении.

Расход воды q_i по каждой насадке вычисляется по формуле:

$$q_i = V_i / t_i , \quad (1)$$

где V_i – объем воды в мерном баке, л;

t_i – продолжительность опыта, с.

В обоих случаях продолжительность опытов измерялась секундомером с погрешностью ± 1^0 С. Ошибка измерений в каждой повторности опытов (по каждой насадке) не превышала 3%.Радиус полива и площадь орошения каждой насадки определялись по масштабному плану расстановки дождемеров (рис. 2).

По следам дождя наносилась нулевая изогиета, т.е. граница площади полива, и в выбранных направлениях в пределах сектора орошения определялась дальность полета капель. Значение дальности полета капель в середине сектора орошения в направлении факела принималось за радиус орошения насадки. Измеренная на масштабном плане площадь образовавшегося контура равнялась площади орошения насадки. Измерения радиуса орошения производились при помощи мерной ленты с погрешностью ± 1,0 см.

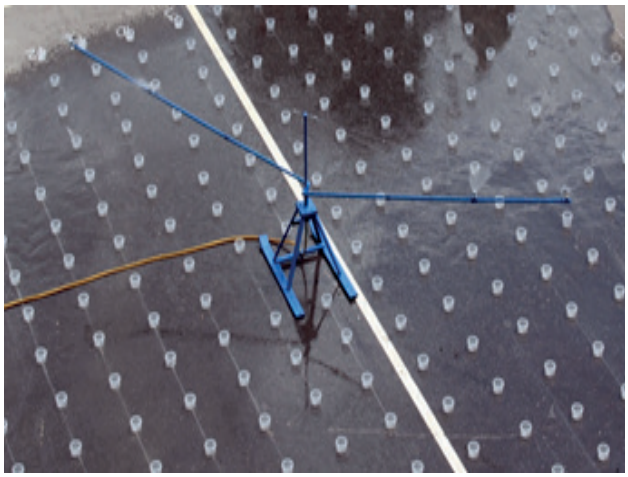


Рис. 2 – Расстановка дождемеров при исследовании дождевальной установки в рамках лабораторного опыта

Определение средней интенсивности $i_{ср}$ (мм/мин) искусственного дождя, создаваемого насадками, осуществлялось по объёму воды в дождемерах с последующим пересчетом в слой осадков [2]. При обработке данных интенсивность дождя по каждому дождемеру вычислялась по формуле:

$$i = \frac{10 \cdot V_i}{S_Д \cdot t_Д} \quad (2)$$

где V_i – объём воды в дождемере, см^3;

$S_д$ – приемная площадь дождемера, см^2;

$t_д$ – время заполнения дождемера, мин.

Слой осадков h (мм) по каждому дождемеру вычислялся по формуле:

$$h = \frac{10 \cdot V_i}{S_Д} \quad (3)$$

На масштабный план расстановки дождемеров в каждой точке их месторасположения наносились рассчитанные значения интенсивности дождя и слоя осадков.

Средний диаметр капель искусственного дождя определялся путем улавливания их в начале, середине и конце факела насадок на предварительно тарированной фильтровальной бумаге. Способ улавливания капель искусственного дождя заключается в следующем: фильтровальная бумага слегка подкрашивалась с одной стороны чернильным порошком при помощи ватного тампона и приобретала слабый оттенок цвета применяемого чернильного порошка. В зону искусственного дождя насадки вносился приготовленный фильтр. При этом необходимо, чтобы на него упало не менее 10 капель. Слияние капель не допускалось.

После этого фильтр удалялся из зоны дождя. На фильтре оставались отпечатки в виде ярко выраженных пятен. Диаметр пятна определялся как среднее из двух взаимно перпендикулярных измерений. Общее число измеренных отпечатков было не менее 100.

Равномерность распределения искусственного дождя по площади орошения, т.е. коэффициенты полива насадок, определялись статистическим методом как отношение числа случаев эффективного, недостаточного и избыточного поливов к общему числу случаев:

$$K_{эф} = n_{эф} / n , \quad (4)$$

$$K_{нед} = n_{нед} / n \quad (5)$$

$$K_{изб} = n_{изб} / n , \quad (6)$$

где n – общее число случаев (общее количество дождемеров, в которые попали капли дождя); $n_{эф}$ – число случаев в зоне эффективного полива (число дождемеров, содержащих средний слой осадков с диапазоном отклонений ±25%); $n_{нед}$ – число случаев в зоне недостаточного полива (количество дождемеров, в которых значение слоя осадков менее указанного диапазона); $n_{изб}$ – число случаев в зоне избыточного полива (количество дождемеров, в которых слой осадков более указанного диапазона) [5].

Среди агротехнических показателей работы дождевальной установки прежде всего следует выделить показатели качества выполнения технологического процесса. К показателям качества работы установки относятся: давление воды на гидранте и на входе в установку, МПа; гидравлические потери в питающем шланге, МПа; расход воды установкой, л/с; средние значения интенсивности дождя, мм/мин, и диаметры капель, мм; средний слой осадков за один полив, мм; площадь орошения с одной позиции, м^2; радиус орошения, м; коэффициент эффективного полива; коэффициент земельного использования орошаемой площади (КЗИ) и другие.

Все показатели качества определялись при установленной поливной норме m = 2,0 л/м^2, характерной для полива кассетной рассады в теплицах, с трехкратной повторностью опытов.

Давление воды определялось на гидранте и на входе в установку с помощью пружинного манометра класса точности 1,5 с пределом измерений, превышающим на 50% рабочее давление и одновременно с определением расхода воды.

Гидравлические потери давления Δh в питающем шланге определялись с помощью пружинного манометра с учетом геодезических высот расположения начала и конца шланга. Расчет производился по формуле:

$$\Delta h = (P_н - P_к) \pm h_г \rho g , \quad (7)$$

где $P_н$, $P_к$ – показания манометра на гидранте и на входе в установку, МПа;

ρ – плотность воды, кг / м^3;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

$h_г$ – разность высот начала и конца питающего шланга, м.

Общий расход воды установкой определялся объёмным способом с помощью водосливов по дождевальным насадкам.

Общий расход воды установки Q_i (л/с) определялся по формуле:

$$Q_i = \Sigma q_i , \quad (8)$$

где Σq_i – суммарный расход воды всех насадок установки, л/с.

Расход воды на испарение и снос ветром определялся как разность между общим расходом установки, измеренным объёмным способом, и суммарным расходом установки, определенным при дождевании.

Интенсивность дождя и слой осадков, площадь полива на позиции и радиус полива установки определялись с помощью дождемеров и масштабного плана их расстановки без учета перекрытия дождем соседних позиций. Средняя интенсивность дождя, создаваемого установкой, определялась методом вариационной статистики. Расчет показателей средней интенсивности дождя и слоя осадков проводился по объему воды в дождемерах с последующим пересчетом шкалы объема воды в слой осадков (рис. 2) [5].

Время стоянки дождевателя на одной позиции при заданной поливной норме, как и продолжительность опыта, ограничивалось временем наполнения дождемеров до 80% их ёмкости в местах наибольшей интенсивности дождя или слоя осадков. Измерения выполнялись с помощью секундомера с погрешностью не более ± 1,0 с. После окончания полива с помощью мерных цилиндров измерялся объём воды в дождемерах с погрешностью не более ± 5,0 мл.

Радиус полива дождевателя определялся по масштабному плану без перекрытия по крайним каплям. Измерения радиуса полива (орошения) установки выполнялись для опытов при скорости ветра, не превышающей 3,0 м/с, а вычисления производились по формуле площади круга:

$$R = \sqrt{\frac{S_п}{\pi}} \quad (9)$$

где $S_п$ – площадь полива позиции без перекрытия, м^2; π – постоянная величина.

Площадь орошения дождевателя с одной позиции без перекрытия определялась измерением на масштабном плане по нулевой изогиете, а с перекрытием – путем измерения расстояний между позициями и оросителями.

Энергетические показатели и устойчивость движения дождевальной установки позиционного действия определялись совместно с агротехнической оценкой. При этом регистрировались следующие параметры: устойчивость движения; частота вращения дождевальных крыльев, с$^{-1}$; продолжительность опыта, с; давление в напорной сети, МПа.

Среди показателей эргономичности установки определялась сила сопротивления перемещению установки с позиции на позицию. Она определялась с помощью пружинного динамометра с диапазоном измерений, превышающим расчетный на

50%, при постоянной установившейся скорости перемещения установки по влажной почве.

Мощность, потребляемая установкой от гидранта закрытой оросительной сети, определялась как мощность потока воды, подводимого к установке по формуле:

$$N=\frac{\rho QH}{102}\ \text{кВт}, \qquad (10)$$

где Q – расход воды, м³/с; H – напор воды на входе в установку, м.в.с.; ρ – плотность воды, кг/м³.

Программа определения технологических показателей установки предусматривала определение следующих основных характеристик: давление на дождевателе, МПа; количество сопел, шт.; радиус полива, м; общий расход воды при дождевании, л/с.

Производительность дождевальной установки Ω_o за 1 час основного времени в м² вычислялась по формуле:

$$\Omega_o = 3{,}6\ Q_{общ} / m, \qquad (11)$$

где $Q_{общ}$ – общий расход установки, измеренный объёмным способом, л/с; m – поливная норма, л/м².

Результаты исследований и обсуждение

Для определения качественных показателей работы насадок в пределах их площади орошения располагались дождемеры по схеме 0,5 м х 0,5 м. Радиус действия и площадь орошения насадок в пределах сектора их действия определялись по положению дождемеров, в которые попадали крайние капли факелов насадок. Производились сравнения теоретических и экспериментальных значений радиусов, площадей полива насадок и данных их технических характеристик в пределах зоны орошения (рис. 2).

Анализ результатов обработки экспериментальных данных показывает, что значения радиусов и площадей полива дождевальной установки отличаются от их паспортных величин не более чем на 6-8%. В результате проведения исследований получены расходно-напорные характеристики установки, позволяющие установить оптимальное сочетание этих параметров и определить тип насосного оборудования для обеспечения работы насадок с минимальными затратами энергии и воды. Выбор диапазона давлений воды при исследованиях в пределах 0,1-0,2 МПа был выбран с учетом расчета гидравлических потерь напора по длине трубопровода и исходя из опыта работы существующих дождевальных машин, работающих при минимальном рабочем давлении на концевой насадке не менее 0,1 МПа.

Анализ экспериментальных данных показывает, что при установленном давлении на входе в насадки, равном 0,10 МПа, расход воды:

– определённый объёмным способом: секторного действия равен 0,035 л/с; кругового действия – 0,035 л/с.;

– определённый по дождемерам (при дождевании): насадки секторного действия составляет 0,033 л/с, кругового – 0,032 л/с.

На основе полученных данных построена столбчатая диаграмма, отражающая уровень осадков зоны полива в соответствии с расположением дождемеров (рис. 3).

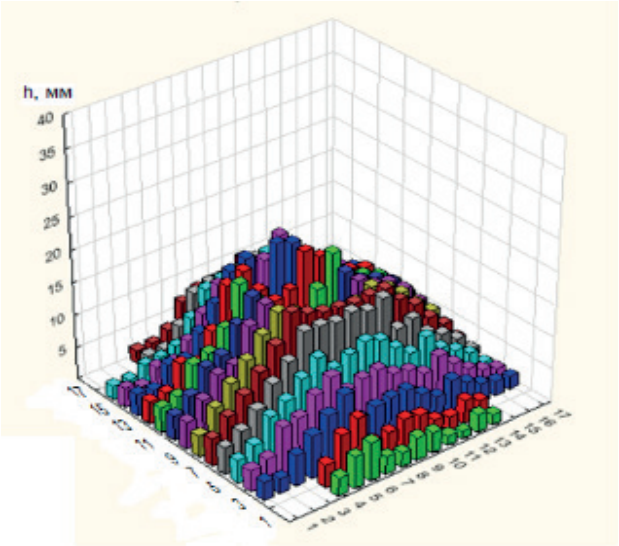


Рис. 3 – Распределение слоя осадков по площади полива

В результате обработки опытных данных в программе «Statistica» получено уравнение регрессии коэффициентом детерминации R^2= 0,77 и коэффициентом регрессии R= 0,877

$$h=-7{,}12+4{,}67\cdot x+4{,}66\cdot y-0{,}54\cdot x^2-0{,}56\cdot y^2 \qquad (12)$$

где h – высота слоя осадков, мм;

x – ширина участка, м;

y – длина участка, м.

На основании полученного уравнения регрессии построена поверхность распределение слоя осадков по площади полива с учетом сглаживания (рис. 4). Следует отметить, что участок имел небольшой уклон, дождевальная установка при этом была установлена горизонтально, поэтому распределение слоя осадков происходило симметрично.

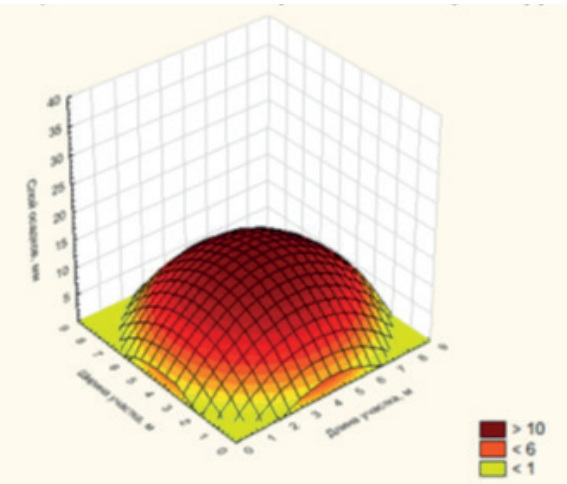


Рис. 4 – Распределение слоя осадков по площади полива с учетом сглаживания

Для упрощения модели рассмотрим наслоение осадков при перестановке дождевальной установки на соседнюю позицию в вертикальной плоскости. Уравнение регрессии по результатам усреднения слоя осадков выглядит следующим образом

$$h(x) = -0{,}8644 + 5{,}0877 \cdot x - 0{,}5414 \cdot x^2 \quad (13)$$

где $h(x)$ – высота слоя осадков, мм;
x – ширина участка, м.

На соседней позиции уравнение регрессии:

$$h_1(x) = -0{,}8644 + 5{,}0844 \cdot (x - \Delta) - 0{,}5414 \cdot (x - \Delta) \quad (14)$$

Δ – расстояние между соседними позициями, м.

Определим наибольшую высоту слоя x на каждой позиции, продифференцировав выражения и приравняв производную нулю:

$$x_B \cdot h'(x) = 5{,}0877 - 2 \cdot 0{,}5414 \cdot x = 0 \quad (15)$$

Из выражения найдем $x_в = 4{,}3$ тогда $h(xb)=11$мм. Для определения диапазона изменения расстояния между позициями дождевальной установки приравняем выражения:

$$-0{,}8644 + 5{,}0877 \cdot x - 0{,}5414 \cdot x^2 = - 0{,}8644 + 5{,}0877 \cdot (x - \Delta) - 0{,}5414 \cdot (x - \Delta)^2 \quad (16)$$

Преобразовав, получим:

$$\Delta \cdot (5{,}0877 - 0{,}5414 \cdot x + 0{,}5414 \cdot \Delta) = 0 \quad (17)$$

Таким образом, расстояние между соседними позициями будет меняться в диапазоне $0 \le \Delta \le 8{,}5$ м. Для обеспечения равномерности полива зададимся величиной полива $h(x)=h(x_B)=11$ м в точке пересечения графиков $h(x)=h_1(x)$. Просуммировав уровни осадков на соседних позициях, можно задаться требуемым уровнем осадков при перекрытии:

$$h(x) + h_1(x) = 11 \quad (18)$$

Или:

$$-0.8664 + 5{,}087 \cdot x - 0{,}5414 \cdot x^2 - 0{,}8644 + 5{,}0877 \cdot (x - \Delta) - 0{,}5414 \cdot (x - \Delta)^2 = 11 \quad (19)$$

Преобразовав полученное выражение, получим:

$$-12{,}7288 + 10{,}1854 \cdot x - 5{,}0877 \cdot \Delta - 1{,}0828 \cdot x \cdot - 0{,}5414 \cdot \Delta = 0 \quad (20)$$

Полученное уравнение решается методом итераций, для наглядности приведен график данного выражения (рис. 5), на котором, задавшись необходимым уровнем осадков по оси z, для заданного радиуса полива можно определить величину перекрытия, то есть расстояние между соседними позициями.

Следует отметить, для каждой модели дождевальной машины существует определенная зависимость распределения осадков, поэтому предложенная методика должна основываться на уравнениях регрессии, полученных для конкретной модели машины.

Рассмотрев равномерность распределения слоя осадков с учётом перекрытия соседних позиций дождевальной установки, путем моделирования перекрытия позиций нами получено рациональное значение расстояний между соседними позициями дождевальной установки, обеспечивающее наилучшую р ı.

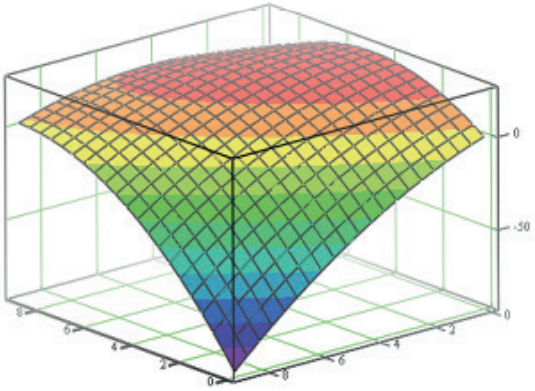
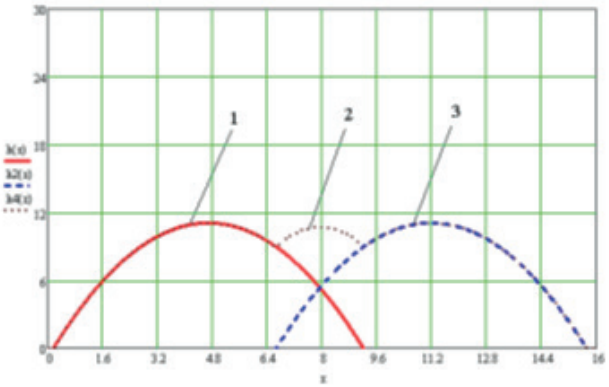


Рис. 5 – График к выбору величины перекрытия соседних позиций дождевателя при поливе для равномерного распределения осадков

Следует отметить, для каждой модели дождевальной машины существует определенная зависимость распределения осадков, поэтому предложенная методика должна основываться на уравнениях регрессии, полученных для конкретной модели машины.

Рассмотрев равномерность распределения слоя осадков с учётом перекрытия соседних позиций дождевальной установки, путем моделирования перекрытия позиций нами получено рациональное значение расстояний между соседними позициями дождевальной установки, обеспечивающее наилучшую равномерность орошения всей площади. Рациональное расстояние между соседними позициями дождевальной установки определяется радиусом полива и функцией распределения осадков по площади полива. Для конкретных условий при радиусе полива около 8,5 м и приведенной функции распределения осадков по площади полива рациональное расстояние между позициями составляет около 6,5 м (рис. 6).



1 – уровень осадков с первой позиции,
2 – уровень осадков при перекрытии позиций,
3 – уровень осадков со второй позиции

Рис. 6 – Перекрытие осадков соседних позиций дождевателя при поливе

По результатам экспериментальных исследований были получены данные, на основании которых сформирована техническая характеристика шлангового дождевателя (табл. 1). Средний диа-

метр капель определяли в диапазоне давлений 0,08-1,05 МПа; обработав данные, получили уравнение регрессии:

$$D=2.557-30.23\cdot P_K+104,04\cdot P_k^2, \quad (21)$$

где D – средний диметр капель,мм;

Рк – показания манометра на входе в установку, МПа.

Анализ выражения показывает, что с изменением давления с 0,08 МПа до 0,15 МПа средний диаметр капель снижается с 0,81 мм до 0,3 мм. При этом в диапазоне 0,1-0,12 МПа средний диаметр капель составляет 0,50-0,42 мм.

Таблица – Техническая характеристика шлангового дождевателя.

№ п/п	Наименование показателей	Величина показателей
1	Тип установки	Перемещаемая, позиционного действия с вращающимся дождевальным поясом от реактивной струи
2	Тип питающей сети	Трубопровод
3	Подводящий шланг	Гибкий, рассчитанный на давление 0,5 МПа
4	Длина шланга, м	60
5	Условный диаметр шланга, мм	20
6	Рабочее давление воды, контролируемое манометром, МПа	не менее 0,1
7	Расход при рабочем давлении, л/с: – общий – насадок секторного действия – насадок кругового действия	 0,140 0,035 0,035
8	Число оборотов крыла в мин.	5-6
9	Радиус полива, м: – установкой по кругу – насадками секторного действия – насадками кругового действия	 4,5 3,3÷3,7 2,0÷2,2
10	Площадь орошения на одной позиции (без перекрытия), м^2	63,6
11	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,13
12	Коэффициент эффективного полива	0,75
13	Габаритные размеры (в рабочем положении), м: – длина – ширина – высота	 5,0-5,1 0,7 1,7
14	Максимальное усилие при установке на позицию, кН(кГс): – по почвенной поверхности – по дощатому настилу – скорость перемещения, м/мин – потребляемая мощность на перемещение не более, кВт	 0,18(18) 0,15(15) 21,0 0,10
15	Тип мотор-редуктора – число оборотов электродвигателя, об/мин – мощность электродвигателя кВт – тип редуктора – передаточное число	 1350 0,13 Червячный 100
16	Условие работы: – температура окружающего воздуха, о^C – общая минерализация воды, г/л – размер взвешенных в воде частиц, мм – допустимое содержание взвешенных частиц в воде, г/л – ширина технологического прохода по внутренним стенкам, см	 От+5 до +45 не более 5 не более 1,0 не более 3 70*

Заключение

Установлено, что при равных диаметрах сопла и давлении воды дефлекторные насадки кругового действия имеют предпочтительные результаты по диаметру капель дождя и по величине площади полива. Интенсивность дождя, расход насадок и средний диаметр капель дождя, создаваемого ими при рабочем давлении в диапазоне 0,1-0,2 МПа,

обеспечивают примерно равные параметры мелкокапельного дождя и не имеют существенных отличий в зависимости от вида насадок. Структура дождя (средний диаметр капель $D_{ср}$ < 0,5 мм) выдерживается при давлении в пределах 0,1-0,2 МПа и диаметрах сопел насадок от 0,8 до 2,0 мм для дефлекторных насадок направленного и кругового действия. При прочих равных условиях дефлекторные насадки кругового действия улучшают распределение слоя дождя по всей орошаемой площади и увеличивают коэффициент эффективности полива на 10-15% по сравнению насадками направленного действия. Рациональное расстояние между соседними позициями дождевальной установки определяется радиусом полива и функцией распределения осадков по площади полива. Для конкретных условий при радиусе полива около 8,5 м и приведенной функции распределения осадков по площади полива рациональное расстояние между позициями составляет около 6,5 м.

Список литературы

1.Исследование траекторий движения капель дождевальной машины / Г. К. Рембалович, А. И. Рязанцев, М. Ю. Костенко, В. С. Травкин, Р. В. Безносюк, Д. М. Юмаев // Вестник Рязанского ГАТУ имени П.А. Костычева. – 2018. - №4 (40). – С. 139-143.

2.Машины и установки дождевальные. Методы оценки функциональных показателей СТО АИСТ 11.1 – 2010. – 56 с.

3. Пат. 187870 Российская Федерация A01G 25/09 . Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице / Рязанцев Анатолий Иванович, Травкин Владислав Сергеевич, Рембалович Георгий Константинович, Бышов Николай Владимирович, Борычев Сергей Николаевич, Лазуткина Лариса Николаевна, Костенко Михаил Юрьевич, Безносюк Роман Владимирович, Кузнецов Александр Васильевич, Богданчиков Илья Юрьевич; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) – №: 2018133057, заявл. 17.09.2018; опубл.: 21.03.2019, Бюл. № 9.– 3 с.

4.Пат. 189319 Российская Федерация A01G 25/00 . Дождевальная установка для теплиц / Рязанцев Анатолий Иванович, Травкин Владислав Сергеевич, Рембалович Георгий Константинович, Бышов Николай Владимирович, Борычев Сергей Николаевич, Лазуткина Лариса Николаевна, Костенко Михаил Юрьевич, Безносюк Роман Владимирович, Кузнецов Александр Васильевич, Богданчиков Илья Юрьевич; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) – №: 2018119609, заявл. 28.05.2018; опубл.: 21.05.2019, Бюл. № 15. – 3 с.

5.Рекомендации по применению низконапорного дождевателя для орошения рассады овощных культур : методические рекомендации / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович, Л. Н. Лазуткина, М. Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – 30 с.

TO THE QUESTION OF INCREASING EFFICIENCY OF USE OF RAINING MACHINES OF POSITIVE ACTION

Kuznetsov Alexander V., *applicant for the Department of Metal Technology and Machine Repair, tmirm@yandex.ru;*

Rembalovich Georgy K., *Dr. tech. Sci., Dean of the Faculty of Road, rgk.rgatu@yandex.ru*

Ryazantsev Anatoly I., *Dr. tech. Sci., Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, ryazantsev.41@mail.ru*

Kostenko Mikhail Yu., *Dr. tech. Sci., Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru*

Beznosyuk Roman V., *Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, romario345830@rambler.ru*

Borisov Gennady A., *Dr. tech. Sci., Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, tmirm@yandex.ru;*

Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev

To introduce cassette technology for growing seedlings, mobile irrigation machines should be improved to ensure the necessary rain quality, irrigation efficiency, and required performance indicators. The mobile sprinkler has wings with irrigation nozzles. The rotation of the sprinkler wings of the installation and the irrigation of the central part of the circle is ensured by the jet forces of the two nozzles of sectorial action, working on the principle of a segner wheel. To irrigate the outer part of the circle and to prevent rain from entering the walls of the greenhouse, sprinkler nozzles of circular action are mounted on the end parts of the wings of the installation. The nozzle flow rate is defined as the sum of the volumes of water that fell into the rain gauges during irrigation. The value of the flight range of the droplets in the middle of the irrigation sector in the direction of the torch was taken as the radius of irrigation of the nozzle. The average diameter of the artificial rain droplets was determined by trapping them at the beginning, middle and end of the nozzle torch on pre-calibrated filter paper. The uniform distribution of artificial rain over the irrigation area, i.e. nozzle irrigation coefficients were determined by the statistical method as the ratio of the number of cases of effective, insufficient and excessive irrigation to the total number of cases. Based on the data obtained, a bar chart is obtained that reflects the level of precipitation in the irrigation zone in accordance with the location of the rain gauges. Based on the obtained regression equation, a surface is constructed for the distribution of the sediment layer over the irrigation area, taking into account smoothing. To ensure uniform watering, we set the amount of watering. Having summed up the precipitation levels at neighboring positions, you can set the required precipitation level at overlapping. The

resulting equation is solved by the iteration method, for a given irrigation radius, you can determine the amount of overlap, that is, the distance between adjacent positions. The rational distance between adjacent positions of the sprinkler is determined by the radius of irrigation and the distribution function of precipitation over the irrigation area. Key words: irrigation, sprinkler, sheltered soil, cassette method, seedlings.

Key words: *irrigation, sprinkler, sheltered soil, cassette method, seedlings.*

Literatura

1.Issledovanie traektorij dvizheniya kapel' dozhdeval'noj mashiny [Tekst] / G.K. Rembalovich, Ryazancev A.I., Kostenko M.YU., Travkin V.S., Beznosyuk R.V., YUmaev D.M. // Vestnik Ryazanskogo GATU imeni P.A. Kostycheva. - №4 (40). – 2018. – S. 139-143.

2.Mashiny i ustanovki dozhdeval'nye. Metody ocenki funkcional'nyh pokazatelej STO AIST 11.1 – 2010. – 56 s. Issledovanie traektorij dvizheniya kapel' dozhdeval'noj mashiny [Tekst] / G.K. Rembalovich, Ryazancev A.I., Kostenko M.YU., Travkin V.S., Beznosyuk R.V., YUmaev D.M. // Vestnik Ryazanskogo GATU imeni P.A. Kostycheva. - №4 (40). – 2018. – S. 139-143.

3.Pat. 187870 Rossijskaya Federaciya A01G 25/09 . Dozhdeval'naya ustanovka dlya poliva kassetnoj rassady v teplice / Ryazancev Anatolij Ivanovich, Travkin Vladislav Sergeevich, Rembalovich Georgij Konstantinovich, Byshov Nikolaj Vladimirovich, Borychev Sergej Nikolaevich, Lazutkina Larisa Nikolaevna, Kostenko Mihail YUr'evich, Beznosyuk Roman Vladimirovich, Kuznecov Aleksandr Vasil'evich, Bogdanchikov Il'ya YUr'evich; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva" (FGBOU VO RGATU) – №: 2018133057, , zayavl. 17.09.2018; opubl.: 21.03.2019 Byul. № 9.– 3 s.

4.Pat. 189319 Rossijskaya Federaciya A01G 25/00 . Dozhdeval'naya ustanovka dlya teplic / Ryazancev Anatolij Ivanovich, Travkin Vladislav Sergeevich, Rembalovich Georgij Konstantinovich, Byshov Nikolaj Vladimirovich, Borychev Sergej Nikolaevich, Lazutkina Larisa Nikolaevna, Kostenko Mihail YUr'evich, Beznosyuk Roman Vladimirovich, Kuznecov Aleksandr Vasil'evich, Bogdanchikov Il'ya YUr'evich; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva" (FGBOU VO RGATU) – №: 2018119609, zayavl. 28.05.2018; opubl.: 21.05.2019 Byul. № 15.– 3 s.

5.Rekomendacii po primeneniyu nizkonapornogo dozhdevatelya dlya orosheniya rassady ovoshchnyh kul'tur. Metodicheskie rekomendacii. /N.V. Byshov, S.N. Borychev, A.I. Ryazancev, G.K. Rembalovich, L.N. Lazutkina, M.YU. Kostenko, R.V. Beznosyuk [i dr.] // Ryazan', FGBOU VO RGATU,2018. – 30s.

УДК 631.243.42

ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВОЗДУХОВОДА В ВИДЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРУБ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

МУРОГ Игорь Александрович*, д-р техн. наук, профессор, директор Рязанского института (филиала) Университета машиностроения (МАМИ), igor.murog@bk.ru*

КОЛОШЕИН Дмитрий Владимирович*, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», dkoloshein@mail.ru*

ВОЛКОВ Александр Иванович, *аспирант кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», sisim62@mail.ru*

МАСЛОВА Лилия Александровна, *аспирант кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», sisim62@mail.ru*

ДАДЕНКО Владимир Анатольевич, *аспирант кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика», sisim62@mail.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье приведены результаты хозяйственных испытаний напольного воздуховода в виде цилиндрических труб (патент на полезную модель № 183361) в хозяйстве ООО «Подсосенки» в Рязанской области период с 27.09.18г. по 26.02.19г. Хозяйственные испытания включали в себя закладку картофеля в три секции картофелехранилища с разной конструкцией воздуховодов: секция «А» – воздуховод в виде цилиндрических труб, секция «Б» – в виде фронтальной трехгранной призмы, секция «В» – серийный воздуховод в виде в виде полукруга. Испытания проводились в хозяйстве ООО «Подсосенки» в Рязанской области с 27.09.18г. по 26.02.19г. Качество закладываемого картофеля определяли исходя из клубневого анализа по средней пробе из 100 клубней. Убыль массы картофеля определялась в процентах по отношению к массе заложенного картофеля. Расход электроэнер-

© Мурог И. А., Колошеин Д. В., Волков А. И., Маслова Л. А., Даденко В. А., 2019 г.

гии систем вентиляции в секциях картофелехранилища хозяйства ООО «Подсосенки» подсчитывался и анализировался каждый месяц в период проведения хозяйственных испытаний. Полученные результаты испытаний по сорту «Гала» (убыль массы картофеля) в хранилищах с применением воздуховода в виде цилиндрических труб, серийного воздуховода и воздуховода в виде фронтальной трехгранной призмы составили 6,44%, 8,09% и 6,51% соответственно. Энергопотребление систем вентиляции картофелехранилища в указанный период по трем секциям составило: по секции «А» с воздуховодом в виде цилиндрических труб – 11698 кВт·ч; по секции «Б» с воздуховодом в виде фронтальной трехгранной призмы – 12451 кВт·ч; по секции «В» с серийным воздуховодом – 12451 кВт·ч.

Ключевые слова: *картофель, картофелехранилище, система вентиляции, движение воздуха, хранение, потери, напольный воздуховод*

Введение

Картофель – одна из основных культур в России, в среднем россиянин потребляет около 85 кг картофеля в год [1]. Картофелеводство в РФ в отличие от других стран ориентировано на внутренний рынок: так, из 7 млн т выбранного картофеля на долю сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств приходится до 5 млн т столового картофеля, до 1 млн т клубней на переработку и семенного картофеля – до 1 млн т. В Рязанской области валовое производство картофеля в хозяйствах области составляет 139,9 тыс. тонн (табл. 1).

Таблица 1 – Итоги уборки картофеля за 2018 г в Рязанской области

Производители	Уборочная площадь, тыс. га			Валовой сбор (первоначально оприходованный вес), тыс. тонн			Урожайность, ц/га		
	2017 г.	2018 г.	+/-2017 г.	2017 г.	2018 г.	+/-2017 г.	2017г.	2018 г.	+/-2017 г.
Во всех категориях хозяйств	20,9	21,7	0,7	325,3	321,7	-3,6	155,4	148,5	-6,9
в том числе в сельхозпредприятиях + КФХ	4,7	5,7	1,0	124,6	139,9	15,4	265,0	246,1	-18,8

Одной из основных задач в производстве картофеля является его сохранность [2, 3, 4]. Сохранность картофеля представляет значительные трудности, так как в картофелехранилищах необходимо поддерживать специальные условия. Наибольшее влияние на сохранность картофеля оказывает микроклимат насыпи. При хранении картофель выделяет влагу, это происходит как в процессе дыхания, так и при испарении. Обильные потери влаги приводят к уменьшению массы клубня и его увяданию, а также к дальнейшему уменьшению семенных качеств. Чтобы избежать избыточных потерь влаги, необходимо поддерживать в хранилище достаточно высокую относительную влажность. Но при этом необходимо не допустить образования капельной жидкости, которая благоприятствует развитию микроорганизмов и в сочетании с повышенной температурой способствует нарушению покоя картофеля. Повышение температуры интенсифицирует жизнедеятельность как самого клубня, так и увеличивает рост вредных организмов, что вызывает снижение качества и увеличивает потери картофеля. Понижение температуры уменьшает процессы жизнедеятельности, развитие микроорганизмов. В то же время чрезмерное понижение температуры приводит к переохлаждению картофеля, что сказывается на нарушении биохимических процессов и физиологическом расстройстве клубня. Так, при температуре ниже +2° С в клубнях картофеля происходит значительное накопление сахара, что влияет на его пищевые и технологические качества. По данным Высоцкой О.М. и Моисеевой Н.А. повышение температуры на каждые 0,1° С при хранении приведет к среднемесячной потере массы на 0,08%. Для равномерного и стабильного микроклимата необходимо правильно организовывать вентилирование насыпи картофеля. Однако при этом должна соблюдаться определенная скорость воздушного потока при обтекании им клубней. Скорость воздуха менее 0,05 м/с ведет к потерям картофеля за счет самосогревания клубней. При скорости воздушного потока 0,5 м/с и выше с клубней срывается весь пограничный слой, что приводит к обратному эффекту (усушке картофеля).

На сохраняемость клубней влияют и такие факторы, как плотность кожуры, механические повреждения, пораженность болезнями и прорастание.

Послеуборочную доработку и закладку на хранение картофеля выполняются по трем основным технологиям (прямоточная, перевалочная, поточная). Во время проведения испытаний использовалась прямоточная технология.

При прямоточной технологии привозимые с поля клубни закладывают на хранение без сортирования. Существует несколько вариантов закладки картофеля на хранение с использованием этой технологии. Первый вариант включает в себя

схему: комбайн – транспортное средство – загрузчик, формирующий в хранилище насыпь картофеля навалом высотой 5-6 м. При этом удается создавать насыпь картофеля без маневрирования загрузчика. При втором варианте загрузка в картофелехранилище производится с отделением мелких клубней и почвы с использованием картофелесортировального пункта (КСП), при этом важно следить за перемещением стрелы транспортёра загрузчика в горизонтальной плоскости (рис. 1), так как возможно образование в насыпи клубней почвенных столбов, что ведет в дальнейшем к образованию гнили.

Рис. 1 – Последовательность формирования насыпи во время проведения испытаний

Для поддержания равномерного температурно-влажностного режима (микроклимата) создается система активной вентиляции картофелехранилища. Система вентиляции хранилища должна обеспечивать хранение картофеля с минимально допустимыми потерями, при этом необходимо исключать образование конденсата [5, 6], а также поддерживать температурно-влажностной режим [7] по периодам хранения (рис. 2) [2] и придерживаться утвержденных нормативов для картофеля. Но, как показывает статистика, в РФ потери картофеля все еще велики – при уборке урожая, транспортировке и хранении теряется 30-40% выращенного урожая [5].

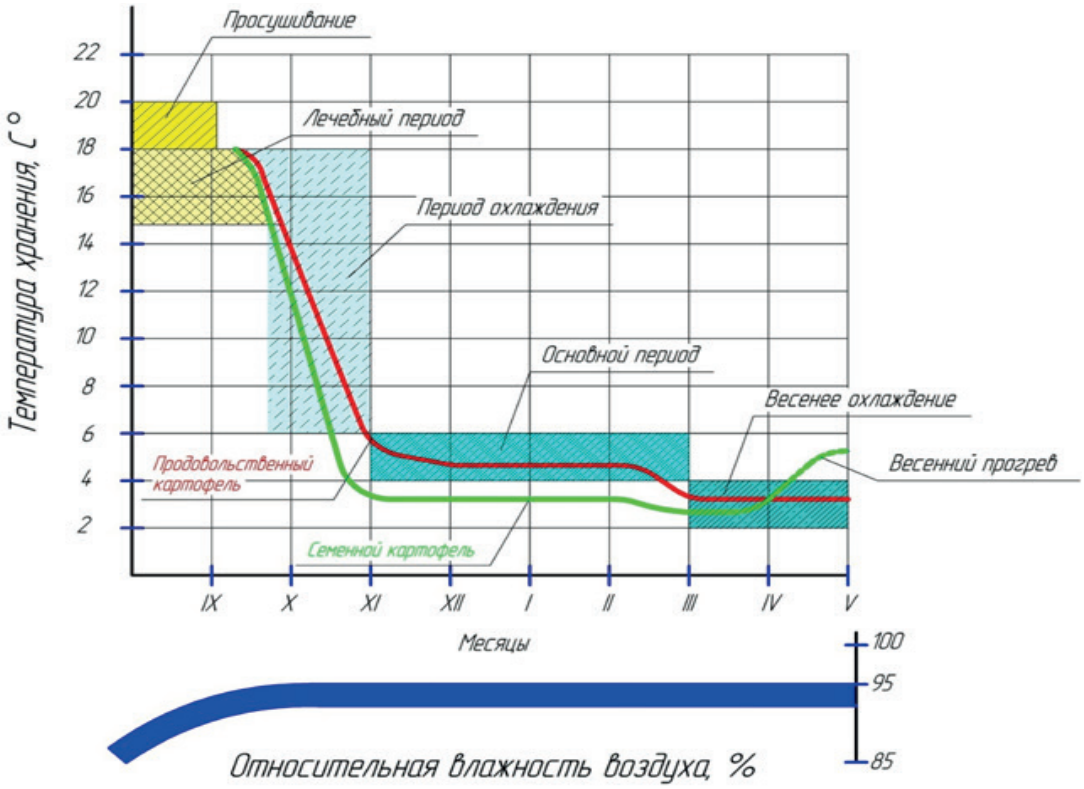


Рис. 2 – Температурно–влажностные режимы хранения картофеля

Объекты и методы

При проведении испытаний [5, 8, 9] определялись:

– расход электроэнергии систем вентиляции картофелехранилища;

– сохранность сорта картофеля «Гала» во время хранения.

Хозяйственные испытания включали в себя два этапа:

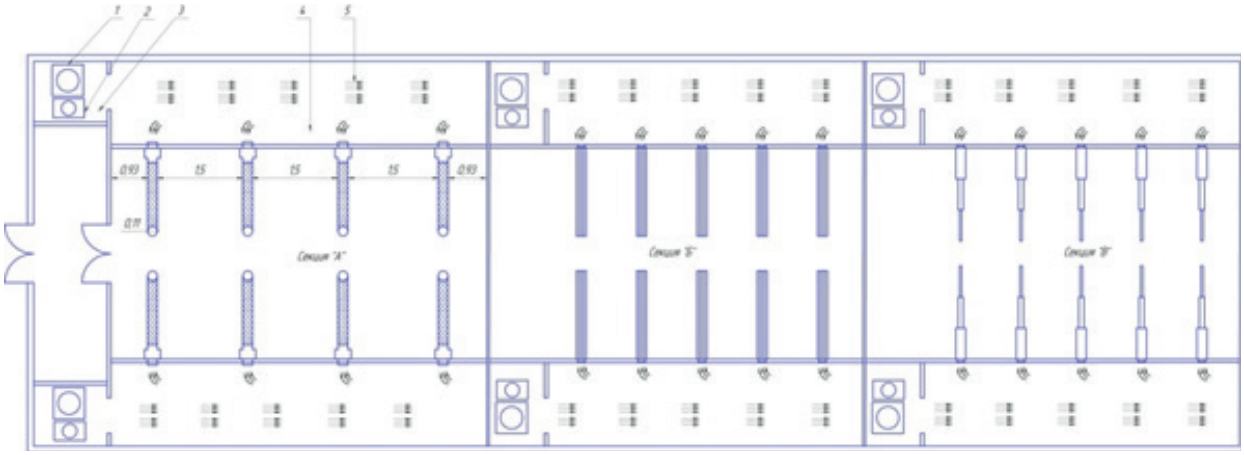
1) проведение хозяйственных испытаний напольного воздуховода [5] в виде цилиндрических труб (патент на полезную модель № 183361) с ис-

пользованием сорта картофеля «Гала». На этом этапе с целью сравнения полученных результатов были задействованы еще два напольных воздуховода (рисунки 4; 5 б, в).

2) обработка результатов хозяйственных испытаний.

Насыпь картофеля формировалась последовательно, при помощи транспортёра загрузчика с телескопической стрелой (рис. 1).

В качестве объектов исследований были приняты серийный воздуховод в виде полукруга (рис.5 в) с сечением равным 0,55 м^2, воздуховод в виде фронтальной трехгранной призмы с сечением 0,4 м^2 (рис.5 б) и напольный воздуховод в виде цилиндрических труб (рис. 5 а) с диаметром 0.11 м (патент на полезную модель № 183361).



1 – вентиляторы, 2 – тэны, 3 – силовая установка кондиционирования воздуха, 4 – магистральные каналы, 5 – движение воздуха в магистральном канале

Рис. 4 – Общий вид секций при хозяйственных испытаниях

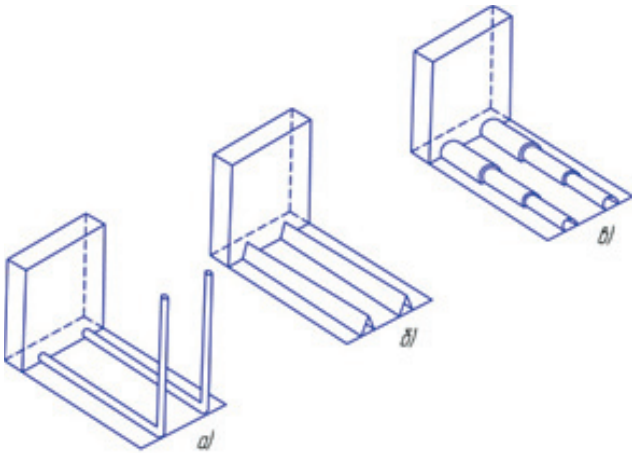


Рис. 5 – Конструкция напольных воздуховодов применительно к каждой из трех секции при проведении хозяйственных испытаний в хозяйстве

Экспериментальная часть

С целью определения потерь картофеля сорта «Гала» и расхода электроэнергии были смонтированы в картофелехранилище три секции «А», «Б» и «В» (рис. 4). Картофель размещался навалом в полностью изолированных секциях, максимальная высота насыпи составляла 3,5 метра. Указанный способ хранения сельскохозяйственной продукции является наиболее прогрессивным, так как позволяет поддерживать дифференцированно микроклимат в зависимости от назначения картофеля (продовольственный, семенной или для промышленной обработки). Во время испытаний использовался продовольственный картофель сорт «Гала». Технология хранения картофеля включала в себя следующие периоды: просушивание, лечение, охлаждение и хранение. Требуемые температурно-влажностные режимы хранения картофеля по указанным периодам обеспечивались автоматически по заданному алгоритму (рис. 2). Вентилирование в секциях происходило последовательно, открыванием и закрыванием заслонок в магистральном канале. Продолжительность просушивания (период сушки) составляла трое суток. В этот период вентиляторы работали круглосуточно на полную мощность. Лечебный период длился 26 дней, при этом вентиляторы включаются 5-6 раз в сутки, общая производительность системы вентиляции снижается в 2 раза. Средняя температура в секциях составляла 18° С, вентилирование происходило внутренним воздухом, способом рециркуляции, при относительной влажности воздуха 90-95%. В период охлаждения температуру в секциях картофелехранилища снижали примерно на 0,75° С в сутки. В этот период система вентиляции работала с учетом температуры на улице, общая же производительность всей вентиляционной системы оставалась такой же, как и на предыдущей стадии (50% процентов от проектной). Указанный период длился 21 день. В основной период (период хранения) температуру в секциях поддерживали на уровне 2-3° С. В этом периоде главной задачей было недопущение повышения температуры и создания очагов самосогревания насыпи картофеля, а также удаление углекислого газа. Указанный период длился до 26.02.19. Ввиду того, что хозяйство начало продажу картофеля, хозяйственные испытания длились 5 месяцев.

Исследования по убыли массы картофеля заключались в создании в каждой секции трех зон. В

эти зоны закладывали по две специальные сетки в каждую зону. Всего было заложено 18 сеток. Сетки закладывали на равном расстоянии друг от друга. Каждая сетка весила 5 кг, сетки была пронумерованы (указывались номер, дата закладки и масса). Исходное качество клубней определяли исходя из клубневого анализа по средней пробе (100 клубней), составленной из разных мест насыпи картофеля, при трехкратной повторности. Исходя из взвешиваний, в процентах определяли общие потери, в том числе убыль массы, технический отход и абсолютную гниль. Ростков по состоянию на 26 февраля 2019 г. не выявлено. Сначала проводился анализ по каждой сетке отдельно, только потом рассчитывали средний показатель по зонам и по каждой секции отдельно (табл. 2).

По полученным данным сохранности картофеля сорта «Гала» и по показаниям датчиков, установленных внутри насыпи клубней, определяли степень работы напольных воздуховодов с целью составления технической документации по каждому воздуховоду отдельно, для последующих хозяйственных испытаний и внедрения напольного воздуховода в виде цилиндрических труб в производство. По мере выгрузки картофеля из секций в конце исследований клубни перебирались в зоне обработки картофелехранилища.

Расход электроэнергии систем вентиляции в секциях картофелехранилища подсчитывался и анализировался каждый месяц в период проведения хозяйственных испытаний [5, 10, 11, 12]. Так, потребление электроэнергии за 5 месяцев в секции «А» с использованием напольного воздуховода в виде цилиндрических труб составило 11698 кВт·ч.

В секции «Б» с использованием напольного воздуховода в виде фронтальной трехгранной призмы потребление электроэнергии за 5 месяцев составило 12451 кВт·ч, а секции «В» потребление электроэнергии за 5 месяцев с использованием напольного воздуховода в виде полукруга (серийный) составило 13275 кВт·ч (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты хозяйственных испытаний напольных воздуховодов картофелехранилища в период 2018-2019 гг. в условиях Рязанской области

Наименование показателей		Потери картофеля за 5 месяцев хранения, %				Потребление электроэнергии по секциям за 5 месяцев хранения, кВт·ч
		Всего	убыль массы	техничес. отход	абсолют. гниль	
Хозяйственные испытания с 27.09.18г. по 26.02.19г.	Серийный воздуховод в виде полукруга	8,09	5,88	1,62	0,59	13275
	Воздуховод в виде фронтальной трехгранной призмы	6,51	4,7	1,3	0,51	12451
	Воздуховод в виде цилиндрических труб	6,44	4,66	1,29	0,49	11698

Результаты и выводы

В период проведения хозяйственных испытаний с 27.09.18 г. по 26.02.19 г. в хозяйстве ООО «Подсосенки» потери сорта картофеля «Гала» в хранилищах с применением воздуховода в виде цилиндрических труб, серийного воздуховода и воздуховода в виде фронтальной трехгранной призмы составили 6,44%, 8,09% и 6,51% соответственно. Энергопотребление систем вентиляции картофелехранилища в указанный период по трем секциям составило:

– по секции «А» с воздуховодом в виде цилиндрических труб 11698 кВт·ч;

– по секции «Б» с воздуховодом в виде фронтальной трехгранной призмы 12451 кВт·ч;

– по секции «В» с серийным воздуховодом 13275 кВт·ч.

Список литературы

1. Обзор экономической ситуации по хранению сельскохозяйственной продукции в РФ / С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин, Л. А. Маслова [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань, 2018 – С. 338-439.

2. Совершенствование систем вентиляции хранилищ на основе реновации воздуховода / С. Н. Борычев, И. А. Успенский, М. Ю. Костенко [и др.] // Аграрный научный журнал. - 2018. - № 7. – С. 36-39.

3. Колошеин, Д. В. Испытание трехгранного воздуховода в картофелехранилище / Д. В. Колошеин // Сельский механизатор. - 2016. - № 11.

4. К вопросу об исследованиях по хранению картофеля / С. Н. Борычев, А. Ф. Владимиров, Д. В. Колошеин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2019. - № 2. - С. 129-134.

5. Колошеин, Д. В. Снижение потерь картофеля и энергопотребления системы вентиляции картофелехранилища совершенствованием воздуховода дис. … канд. техн. наук / Д. В. Колошеин. - Рязань, 2017. - 132 с.

6. Хозяйственные испытания и экономический эффект применения усовершенствованного воздуховода картофелехранилища / Д. В Колошеин, С. Н. Борычев, И. С. Васютин, Н. В. Цыганов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2017. - № 3. - С. 98-101.

7. Основы использования информационных технологий в картофелехранилищах [Текст] / Д. В. Колошеин, О. А. Савина, С. Н. Борычев // Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений : сб. 14-ой Международной научно-практической конференции. 2014 – С. 3-6.

8. Патент РФ №183361 Хранилище сельскохозяйственной продукции / Борычев С.Н., Успенский И.А., Колошеин Д.В., Волков А.И., Маслова Л.А., Колотов А.С., Евдокимова Л.В. –Опубл.19.09.2018; Бюл.№ 26

9. Патент РФ №175783Хранилище сельскохозяйственной продукции. РФ / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д., Успенский И.А., Колошеин Д.В. Опубл.19.12.2017; Бюл.№ 35

10. Актуальность и перспективы хранения картофеля / С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова [и др.] // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : сб. Национальной научно-практической конференции. 2017. - С-31-34.

11. Колошеин, Д. В. Анализ прогнозирования лежкости сортов картофеля в условиях Шацкого района / Д. В. Колошеин, О. А. Савина, Н. А. Белов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего : матер. Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2015. - С. 72-76.

12. К вопросу о хранении картофеля с помощью усовершенствованного воздуховода / С. Н. Борычев, В. А. Макаров, И. А. Мурог [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2018. - № 1. - С. 71-74.

ECONOMIC TESTING OF THE DUCT IN THE FORM OF A CYLINDRICAL PIPE IN TERMS OF THE RYAZAN REGION

Murog Igor A., *Doctor of Technical Science, Director of Ryazan Institute (branch) of the University of mechanical engineering (MAMI), igor.murog@bk.ru*

Koloshein Dmitry V., *Ph.D., Senior Lecturer of the Department "Construction of engineering structures and mechanics" Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, dkoloshein@mail.ru*

Volkov Alexander I., *a graduate student of the department "Construction of engineering structures and mechanics" of the Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, sisim62@mail.ru*

Maslova Liliya A., *a graduate student of the department "Construction of engineering structures and mechanics" of the Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, sisim62@mail.ru*

Didenko Vladimir A., *a graduate student of the department "Construction of engineering structures and mechanics" of the Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, sisim62@mail.ru*

The article presents the results of economic tests of the floor duct in the form of cylindrical pipes (patent for utility model № 183361) in the economy of LLC "Podsosenki" in the Ryazan region from 27.09.18 to 26.02.19 g. Economic challenges included the laying of potatoes in three sections of the potato, with different design of the ducting (section "A" air inlet is in the form of a cylindrical pipe, the section "B" in front of a triangular prism, the section "In the" serial air inlet is in the form of semicircles). Tests were carried out in economy of LLC Podsosenki in the Ryazan region from 27.09.18 to 26.02.19. The quality of the potatoes was determined on the basis of the tubers analysis based on the average sample of 100 tubers. The decrease in potato mass was determined as a percentage relative to the weight of the planted potatoes. The power consumption of ventilation systems in the sections of potato storage facilities of LLC "Podsosenki" was calculated and analyzed every month during the economic tests. The obtained test results for the grade "Gala" in comparison with the use of an air duct in the form of cylindrical pipes, a serial air duct and an air duct in the form of a frontal trihedral prism were 6.44%, 8.09% and 6.51%, respectively. Energy consumption of ventilation systems of potato storage during this period in three sections was: section "A" with air duct in the form of cylindrical pipes 11698 kW; section "B" with an air duct in the form of a front triangular prism 12451 kW; section "B" serial duct 12451 kW.

Key words: *potato, potato storage, ventilation system, air movement, storage, losses, outdoor air duct*

Literatura

1. Obzor ekonomicheskoj situacii po hraneniyu sel'skohozyajstvennoj produkcii v RF / S.N. Borychev, D.V. Koloshein, L.A. Maslova i dr. // Kompleksnyj podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo hozyajstva: sb. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Mezhdunarodnye Bochkarevskie chteniya), posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR, akademika MAEP i RAVN Bochkareva YA.V. 2018 – S. 338.439.

2. Sovershenstvovanie sistem ventilyacii hranilishch na osnove renovacii vozduhovoda / S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, M.YU. Kostenko i dr.// Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2018. - № 7. – S. 36-39.

3. Koloshein, D.V. Ispytanie trekhgrannogo vozduhovoda v kartofelekhranilishche /D.V Koloshein//Sel'skij mekhanizator. 2016. № 11.

4. K voprosu ob issledovaniyah po hraneniyu kartofelya / S.N. Borychev, A.F. Vladimirov, D.V. Koloshein i

dr. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. -2019. -№ 2. -S. 129-134.

5. Koloshein, D.V. Snizhenie poter' kartofelya i energopotrebleniya sistemy ventilyacii kartofelekhranilishcha sovershenstvovaniem vozduhovoda diss... kand. tekhn. nauk / D.V. Koloshein -Ryazan', 2017. -132 s.

6. Hozyajstvennye ispytaniya i ekonomicheskij effekt primeneniya usovershenstvovannogo vozduhovoda kartofelekhranilishcha /D.V Koloshein, S.N. Borychev, N.V., I.S. Vasyutin, N.V. Cyganov//Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. -2017. -№ 3. -S. 98-101.

7. Osnovy ispol'zovaniya informacionnyh tekhnologij v kartofelekhranilishchah [Tekst] / D.V. Koloshein, O.A. Savina, S.N. Borychev // Informacionnye tekhnologii v obsledovanii ekspluatiruemyh zdanij i sooruzhenij: sb. 14-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2014 – S. 3-6.

8. Hranilishche sel'skohozyajstvennoj produkcii. RF/Borychev S.N., Uspenskij I.A., Koloshein D.V., Volkov A.I., Maslova L.A., Kolotov A.S., Evdokimova L.V. Patent №183361,2018.

9. Hranilishche sel'skohozyajstvennoj produkcii. RF/Byshov N.V., Borychev S.N., Lipin V.D., Uspenskij I.A., Koloshein D.V. Patent №175783, 2017.

10. Aktual'nost' i perspektivy hraneniya kartofelya /S.N. Borychev, D.V. Koloshein, L.A. Maslova, A.I. i dr. //Sovershenstvovanie sistemy podgotovki i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa: sb. Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2017.-S-31-34.

11. Koloshein, D.V. Analiz prognozirovaniya lezhkosti sortov kartofelya v usloviyah SHackogo rajona /D.V. Koloshein, O.A. Savina, N.A. Belov//Sb.: Agropromyshlennyj kompleks: kontury budushchego: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh - Kurskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni I.I. Ivanova -Kursk, 2015. -S. 72-76.

12. K voprosu o hranenii kartofelya s pomoshch'yu usovershenstvovannogo vozduhovoda / S.N. Borychev, Makarov V.A., Murog I.A. i dr. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. -2018. -№ 1. -S. 71-74.

УДК 621.8:621.357.7

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

ПОЛИЩУК Светлана Дмитриевна, *д-р техн. наук, профессор кафедры лесного дела, агрохимии и экологии, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, svpolishuk@mail.ru*

СТЕКОЛЬНИКОВ Юрий Александрович, *канд. хим. наук, профессор кафедры химии и биологии, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, chimic57@mail.ru*

ЧУРИЛОВ Дмитрий Геннадьевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, churilov.dmitry@yandex.ru*

СТЕКОЛЬНИКОВА Наталья Юрьевна, *аспирант кафедры химии и биологии, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, chimic57@mail.ru*

АРАПОВ Илья Сергеевич, *аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин, Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, arapow.ilya@yandex.ru.*

В процессе ремонта изношенных деталей сельскохозяйственных машин необходимо обеспечить требуемый комплекс физико-механических и эксплуатационных характеристик восстановленных поверхностных слоев. Износ деталей можно значительно уменьшить, используя для восстановления геометрических размеров гальванические покрытия, легированные металлами или неметаллами. Такие покрытия имеют большую износостойкость, коррозионную стойкость и высокие антифрикционные свойства. В работе рассмотрено использование Ni и Cr в качестве легирующих добавок в железные покрытия для упрочнения поверхностных слоев изношенных деталей, т.к. они повышают прочностные характеристики покрытий из электроосажденного железа. Хром имеет низкий коэффициент трения в паре с контролем, высокую тепло- и коррозионную стойкость, что позволяет прогнозировать повышение эксплуатационных свойств в условиях использования сельскохозяйственных машин (окружающей среды, абразивно-механического износа и т.п.). Использование асимметричного переменного тока позволяет повысить скорость осаждения, увеличить твердость железных покрытий с легирующими компонентами (Ni и Cr) и применить их для восстановления деталей с высокими износами, эксплуатируемыми в жестких условиях. На асимметричном пере-

© Полищук С. Д., Стекольников Ю. А., Чурилов Д. Г., Стекольникова Н. Ю., Арапов И. С., 2019 г.

менном токе значительно повышается производительность, технологичность, экономичность технологического процесса восстановления деталей, в частности, гальваническими покрытиями. Покрытия Fe-Ni-Cr оказались эффективными при повышении долговечности восстановленных лемехов почвообрабатывающих машин и самотечных зернопроводов, поскольку обладают более высокой абразивно-механической, коррозионной стойкостью в сравнении с серийными лемехами, упрочненными сормайтом, и зернопроводов, изготовленных из листовой стали.

Ключевые слова: *ремонт сельскохозяйственной техники, гальванические покрытия, асимметричный переменный ток, сульфатный электролит с органическими добавками, железнение.*

Введение

Электролитические покрытия на основе железа получили широкое распространение в ремонтном производстве при восстановлении и упрочнении изношенных деталей. К недостаткам всех электролитов железнения можно отнести их нестабильность, недостаточно высокую твердость и износостойкость покрытий, наличие слоисто-блочных структур, микротрещин и трещин, которые служат коллекторами водорода и, впоследствии, могут стать причиной водородного охрупчивания, что при высоких удельных нагрузках не позволяет обеспечить надежность работы восстановленных деталей. К преимуществам гальванопокрытий можно отнести возможность регулирования физико-механических свойств за счет изменения режимов электролиза, небольшие припуски на последующую механическую обработку, отсутствие коробления деталей, меньшая металло- и трудоемкость в сравнении со сварочно-наплавочными способами ремонта, газотермическим напылением [1]. Однако покрытия железом и его сплавами, полученные с помощью постоянного электрического тока, имеют малую толщину, недостаточную адгезию, повышенную температуру электролитов, низкую износостойкость [2-7]. Физико-механические свойства покрытий железом можно значительно улучшить легированием, а также используя нестационарные токовые режимы осаждения, а именно, импульсный и реверсивный переменный ток [8-10]. Для исследования были выбраны покрытия Fe-Ni, полученные из сернокислого электролита, легированные хромом. Легирование хромом позволит повысить комплекс технологических, механических и эксплуатационных характеристик, необходимых для обеспечения надежности отремонтированных сельскохозяйственных машин. Цель работы состояла в изучении физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий Fe-Ni-Cr, полученных в условиях нестационарных токовых режимов осаждения.

Методика исследований

Электролитические покрытия (толщиной 20 - 200 мкм) наносили из сульфатного электролита (H_2SO_4 – 350-400 г/л, сернокислое железо ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) – 150-350 г/л, никель сернокислый ($NiSO_4$) – 35-75 г/л, NaBr – 3-5 г/л, аскорбиновая кислота ($C_6H_8O_6$) – 3-7 г/л), Na_2CrO_4 – 8-20 г/л в присутствии кристаллического фиолетового (1-2 г/л) в стационарных и нестационарных условиях. Микрофотографии и элементный состав покрытий изучали на растровом электронном микроскопе, принадлежащем ЦКПНО Воронежского государственного университета, JEOL-JSM-6380LV с приставкой для энергодисперсионного элементного анализа с пределом обнаружения 0,1-1 ат.%. Фазовый состав изучали с помощью установки Дрон-4М, используя Co-Kα - излучение и Fe - фильтры на отражение с фокусировкой по Брэггу-Брентано. Результаты фазового анализа сопоставлялись с картотекой ASTM [4]. Микротвердость определялась на приборе ПМТ-3 с нагрузкой на индентор 100-200 г при погрешности в 5%. Скорость осаждения оценивали по приросту массы покрытия (толщины) в мкм/час при погрешности 3-5%. Реверсивные токовые режимы (асимметричный переменный ток) задавали на специальной установке. Коэффициенты асимметрии (β) изменяли от 1,3 до 10; токи катодного полупериода – от 5 до 100 А/дм^2; частоту – от 60 до 500 Гц. Величина износа образцов с покрытиями на основе железа определялась на машине трения СМЦ-2 при трении без смазки. Контробразцы колодки – из стали 45, серого чугуна СЧ18, бронзы Брс30, которые прирабатывались до стабилизации момента трения и температуры. Толщина покрытий 0,4-0,5 мм. Испытания проводили при нагрузках 2,5-10 МПа.

Результаты и их обсуждение

Технологический процесс получения покрытий Fe-Ni и Fe-Ni-Cr одинаков и сводится к выполнению следующих операций: механической обработке изношенных деталей; анодному пассивированию в 30% серной кислоте, покрытию металлом до заданного размера с помощью асимметричного переменного тока, сопряженными с постадийной промывкой; шлифованию или расточке деталей под ремонтный размер. Механическая обработка перед покрытием сводится к шлифованию или расточке для снятия старой выработки и восстановления геометрической формы. Детали обезжириваются в любом органическом растворителе. Если нужно предохранить отдельные места от покрытия, то они изолируются различными изоляционными материалами (пластиком, полиэтиленом, резиной, парафино-канифольной смесью). Анодное пассивирование необходимо как для очищения деталей от окислов, так и для создания на поверхности деталей тонкой пассивной кислородной пленки для предохранения поверхности деталей от дальнейшего неконтролируемого окисления при переносе деталей из ванны в ванну. В таблице 1 указаны оптимальные режимы пассивирования для различных марок сталей и чугуна. Для получения качественного покрытия и хорошего сцепления осажденного металла с основой необходимо произвести вывод процесса на рабочий режим. Вывод на рабочий режим осуществляли при помощи преобразователя асимметричного переменного тока путем постепенного уменьшения

амплитуды тока анодного полупериода. Вывод процесса электролиза на рабочий режим осуществляется с установления величины катодно-анодного отношения (β), равного 1,3 с выдержкой в 1 минуту, затем постепенного ввода этой величины до значения 8-10 или до значения β, которое обеспечивает требуемую твердость детали.

Таблица 1 – Оптимальные режимы пассивирования

Марка стали	Термообработка	Анодная плотность тока, А/дм²	Время пассивирования, сек
Сталь - 20	-	50	40
Сталь - 20	цементированная	70	35
Сталь - 40	нормализованная	60	30
Сталь - 45	закаленная	70	30
Сталь - 40Х	закаленная	90	25
Сталь - 65Г	закаленная	75	40
Сталь -12ХН3А	цементированная	60	35
Сталь - 18Х1Т	цементированная	60	35
Чугун	-	15-20	20-30

Твердость Fe-Ni сплава зависит от величины β (т.е. условий электролиза). Из рисунка 1 следует, что твердость сплава достигает максимального значения 545 кгс/мм² по шкале Виккерса, что соответствует 52 единицам по шкале HRC. Анализ рисунка 2 показывает, что состав Fe-Ni сплава можно регулировать изменением условий электролиза. Повышение плотности тока катодного полупериода с 3 до 30 А/дм² приводит к резкому увеличению процентного содержания никеля в сплаве (от 8,9% при 5 А/дм² до 24,7% при 30 А/дм²).

Постепенный выход на рабочий режим дает возможность получать твердые осадки Fe-Ni сплава на мягком подслое, который образуется при электролизе на малой асимметрии переменного тока (β=1,3-2), когда твердость осадка не превышает 15-20 HRC. Постепенное наращивание твердости обеспечивает не резкое, а постепенное развитие внутренних напряжений и, как следствие, удовлетворительное сцепление осадка с основным металлом. Последующая механическая обработка восстановленных деталей проводится на шлифовальных, токарных станках или ином оборудовании, исходя из твердости получаемого покрытия.

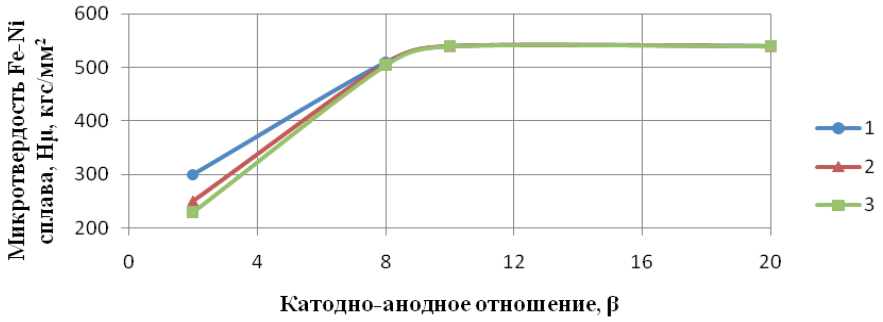


Рис.1 – Влияние катодно-анодного отношения и плотности тока катодного полупериода на микротвердость железоникелевого сплава: 1 – Дк = 30 А/дм², 2 – Дк = 20 А/дм², 3 – Дк = 10 А/дм²

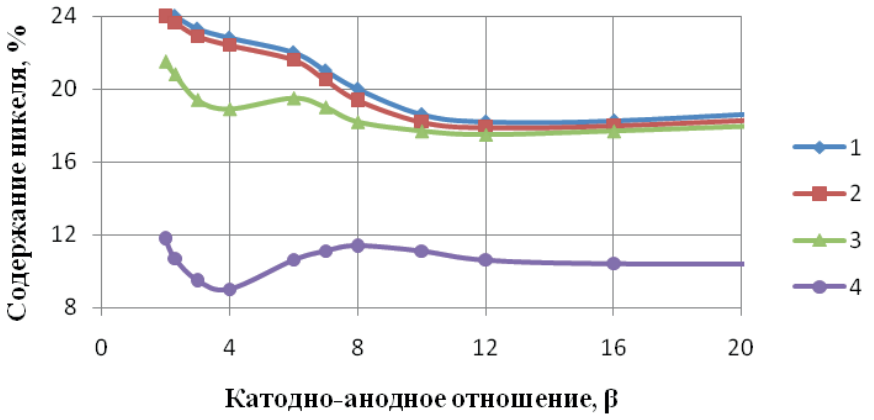


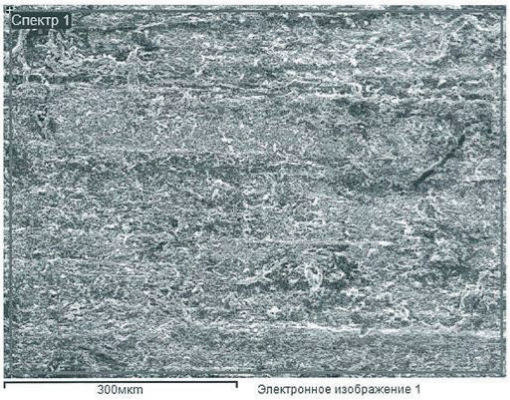
Рис. 2 – Зависимость содержания никеля в сплаве от катодно-анодного отношения и плотности тока катодного полупериода

Отметим, что при этом покрытия Fe-Ni получаются равномерными по поверхности слоисто-блочной структуры с варьируемым содержанием Ni и толщины покрытия в широких пределах. Во всех случаях сплав покрытия Fe-Ni содержит более высокий процент железа в покрытии. Выход по току сплава составляет 85-97%, начиная с β=6 и выше.

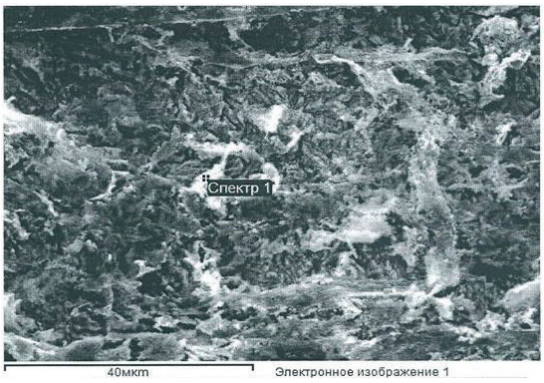
Введение в состав электролита железнения сульфата хрома позволяет получать сплавы Fe-Ni-Cr с регулируемым переменным содержанием Ni и Cr. Причем введение сульфата хрома уменьшает содержание Ni в сплаве, увеличивая содержание хрома, по сравнению со сплавом Fe-Ni. С увеличением β содержание Ni и Cr в покрытии Fe-Ni-Cr возрастает. Так, при β=2 состав сплава: 5,4% – Ni, 13,3% – Cr и 81% – Fe; при β=5: 11,8% – Ni, 16,8% – Cr и 72,2% – Fe; при повышении β до 8 содержание хрома увеличивается до 18-20%, а содержание никеля уменьшается до 8,5-6,3% (в зависимости от плотности тока).

Отметим, исходя из анализа элементного состава, что осаждение покрытия Fe-Ni (зарождение кристаллов) вначале происходит на участках, содержащих карбид железа (Fe_3C). Также отметим незначительную количественную разность элементного состава в центрах кристаллизации и плоскости кристаллизации. Как видно, в зависимости от условий электрокристаллизации образуются сплавы железа с никелем, железа с никелем и хромом, особенности микроструктуры которых зависят от условий электроосаждения (плотности тока в анодный и катодный период, коэффициента асимметрии, состава электролита, режима нанесения). Изменение этих условий приводит к разным физико-механическим свойствам поверхности Fe-Ni или Fe-Ni-Cr сплава и его количественного состава. Увеличение поляризации, частоты, плотности катодного импульса тока, коэффициента асимметрии способствует получению мелкозернистых структур.

Структура покрытий Fe-Ni и Fe-Ni-Cr совершенная, слоисто-блочная, плотная. Основными фазами в сплаве Fe-Ni-Cr является α-Fe и β-Ni и $[Cr(OH)_3 \cdot H_2O] \cdot 2H_2O$ в стационарном режиме электролиза (рисунок 3а, 3б), как и в [12,13]. Элементный состав Fe-Ni и Fe-Ni-Cr покрытий представлен в таблице 2.



а)



б)

Рис. 3 – Морфология (микроструктура) поверхности железо-никелевого (а) и железо-никель-хромового (б) покрытий
Fe-Ni покрытие – на асимметричном переменном токе Dк=40 А/дм², β=2, частотой v=60 Гц, t=30 мин;
Fe-Ni-Cr – на асимметричном переменном токе Dк=40 А/дм², β=10, частотой v=60 Гц, t=30 мин

Таблица 2 – Элементный состав Fe-Ni и Fe-Ni-Cr покрытия

Fe-Ni		Fe-Ni-Cr	
Элемент	Весовой %	Элемент	Весовой %
O K	12,67	Cr K	10,67
Fe K	78,29	O K	11,50
Ni K	9,04	Fe K	63,24
		Ni K	14,59

В сернокислых средах с органическими добавками при использовании переменно-токового режима высокой частоты нанесения Fe-Ni-Cr обнаружено также появление фазы железа ε-Fe с гексагональной плотноупакованной кристаллической решеткой, состоящей из параллельно расположенных пластин толщиной 10-20 нм; это придает повышенную микротвердость покрытию, что возможно и в наших условиях. В нашем случае покрытия Fe-Ni-Cr, полученные при β=1,3-2 имеют твердость, которая возрастает от 850 до 890 МПа, а при β=8-10 – от 1240 до 1320 МПа. Размеры блоков мозаики кристаллитов находятся в пределах 20-50 нм. Эксплуатационные свойства покрытий Fe-Ni-Cr были исследованы при упрочнении поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин (лемехов) при нанесении на носовые части серийно выпускаемых лемехов, ко-

торые сравнивались с лемехами, упрочненными сормайтом. При наработке 50 Га в полевых условиях износ экспериментальных лемехов в условиях одинаковой эксплуатации оказался на 50-70% меньше серийных лемехов. Нанесение покрытий Fe-Ni-Cr позволяет рассматривать их в виде эффективных покрытий повышения долговечности лемехов почвообрабатывающих машин как вследствие появления эффекта самозатачивания, так и более высокой износостойкости, поскольку угол заостренности составил 20-27^0, а у эталонных 42-45^0. Абразивно-механический износ и коррозионная стойкость восстановленных зернопроводов, покрытых изнутри Fe-Ni и Fe-Ni-Cr, в 2,5-3 раза меньше, чем у аналогичных, изготовленных из листовой стали. Близкие результаты по физико-механическим и эксплуатационным свойствам получены для Fe-Co-Al_2O_3 покрытий в работе [14].

Заключение

Преимущество использования асимметричного переменного тока при железнении состоит в меньшей энергоемкости процесса, т.к. используются холодные электролиты; в возможности получения покрытий на основе железа с высокой скоростью, что позволяет проводить последующую механическую обработку, а также в ряде случаев отпадает необходимость в термической обработке деталей сельскохозяйственных машин и оборудования. Нанесение сплавов Fe-Ni и Fe-Ni-Cr можно проводить на широкую гамму сталей (вплоть до высоколегированных), а также чугунов, что невозможно на постоянном токе при железнении из «горячих» электролитов ввиду малой сцепляемости покрытий со стальной основой.

Электрохимические покрытия Fe-Ni-Cr обладают более высокой износостойкостью, твердостью поверхности в сравнении с покрытиями Fe-Ni и могут применяться для восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин, самотечных зернопроводов. Структура покрытия равномерная сплошная, мелкозернистая, слоисто-блочная с размерами мозаики кластеров кристаллитов порядка 300-400 нм с возможными включениями ε-Fe 10-20 нм, что придает покрытиям высокую износостойкость и твердость и позволяет использовать в практике ремонтного производства. Скорость электроосаждения покрытия Fe-Ni-Cr составляет 0,25-0,35 мм/ч. Содержние Ni и Cr зависит от частоты, величины β и плотности тока катодного импульса при преимущественном содержании железа (приблизительно 75% железа, остальное Ni+Cr). Причиной образования слоистой структуры Fe-Ni-Cr является периодическая кристаллизация $Fe(OH)_3$ и $Cr(OH)_3$ из-за защелачивания прикатодного пространства. Износостойкость Fe-Ni-Cr покрытий в 1,68-1,89 раз выше износостойкости железных покрытий в паре с чугуном СЧ18 и бронзы Брс30 при трении без смазки по результатам сравнительных испытаний. Предложены новые способы электроосаждения покрытий Fe-Ni-Cr с применением асимметричного переменного тока.

Список литературы

1. Упрочнение многофункциональных электроосажденных покрытий для восстановления крупногабаритных деталей / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафонов, Ю. П. Гнездилова // Электрика. – 2015. - №4. – С. 31-34.

2. Блинков, Б.С. Упрочнение электроосажденного железа кобальтом / Б. С. Блинков, В. И. Серебровский, Р. И. Сафонов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 6. – С. 73-74.

3. Упрочняющее легирование электроосажденного железа / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафонов, Ю. П. Гнездилова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 4. – С. 68-71.

4. Электроосаждение универсальных беспористых покрытий из хлоридных электролитов / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафонов, Е. С. Калуцкий // Электрика. – 2015. - № 4. – С. 27-31.

5. Электроосаждение и упрочнение бинарных покрытий на основе железа / В. И. Серебровский, Л. Н. Серебровская, Р. И. Сафонов, Ю. П. Гнездилова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 3. – С. 74-76.

6. Электроосаждение сплавов на основе железа из хлоридных электролитов / В. И. Серебровский, В. В. Серебровский, Р. И. Сафонов, Е. С. Калуцкий // Наука в современном информационном обществе : материалы V международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 157.

7. Условия осаждения покрытий латуни в процессе ремонта сельскохозяйственной техники / С. Д. Полищук, Д. Г. Чурилов, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. - Серия: Техника и технологии. - 2017. - № 4 (25). - С. 39-48.

8. Чурилов Д.Г. Теоретические исследования напряженности в системе покрытие – основа в процессе реализации комбинированного способа восстановления изношенных деталей машин / Д.Г. Чурилов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №08(082). С. 867 – 893. – IDA [article ID]: 0821208061. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/61.pdf, 1,688 у.п.л. 9. Чурилов, Д. Г. Комбинированный способ восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники типа «вал» с использованием легированных ферро- магнитных порошков : дисс. ... канд. Техн. Наук : 05.20.03 / Д. Г. Чурилов. - Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2014. – 158 с.

10. Горохова, М. Н. Технологические особенности электро – искрового упрочнения / М. Н. Горохова, Д. Г.Чурилов, С. Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2012. - № 1 (13). - С. 38-43.

11.Программа «Уточнение методом Ритвельда» : Программный комплекс PDWin – 4.0 (НПО «Буревестник»). - СПб., 2007. - 152 с.

12. Целенаправленное формирование химического состава электрохимических сплавов / И. Г. Жихарева, В. В. Шмидт, В. П. Щипанов, С. В. Смердов // Нефть и газ Западной Сибири : матер. межд. науч.-техн. конф. - Тюмень, 2011. - Т. 3. - С. 170-173.

13. Жихарева, И. Г. Особенности макро- и микроструктуры электрохимического сплава Fe-Ni-Cr / И. Г. Жихарева, С. В. Смердов, В. В. Шмидт // Вестник Тюменского государственного университета. - 2014. - № 5. – С. 161-169.

14. Структура, физико-механические и эксплуатационные свойства композиционных покрытий на основе железа и его сплавов / М. В. Гузин, Ж. И. Бобанова, Вида-Симити Иоанн, Жумате Николае // Электронная обработка материалов. – 2006. - № 5. - С. 20-27.

RESTORATION OF AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT ELECTROPLATED ON THE BASIS OF IRON

Polischuk Svetlana D., *Doctor of Technical Science, Full Professor, Department of Forestry, Agrochemistry and Ecology, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, svpolishuk@mail.ru*

Stekolnikov Yuri A., *Candidate of Chemical Science, Professor, Department of Chemistry and Biology, Yelets State University Named after I.A. Bunin, chimic57@mail.ru*

Churilov Dmitriy G., *Candidate of Technical Science, Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, churilov.dmitry@yandex.ru*

Stekolnikova Natalya Yu., *Graduate Student, Department of Chemistry and Biology, Yelets State University Named after I.A. Bunin, chimic57@mail.ru*

Arapov Ilya S., *Graduate Student of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, arapow.ilya@yandex.ru*

During the repair of worn parts of agricultural machines it is necessary to provide the required complex of physical, mechanical and operational characteristics of the restored surface layers. Wear parts can be significantly reduced, using to restore the geometric dimensions of the galvanic coating, alloyed metals or nonmetals. Such coatings have high wear resistance, corrosion resistance and high anti-friction properties. The paper considers the use of Ni and Cr as alloying additives in iron coatings to strengthen the surface layers of worn parts, as they increase the strength characteristics of coatings of electrodeposited iron. Chromium has a low coefficient of friction in conjunction with the counterbody, high heat and corrosion resistance, which makes it possible to predict an increase in operational properties in the conditions of use of agricultural machines (the environment, abrasive and mechanical wear, etc.). The use of asymmetric alternating current can increase the deposition rate, increase the hardness of iron coatings with alloying components (Ni and Cr) and apply them to restore parts with high wear, operated in harsh conditions. The asymmetric alternating current significantly increases the productivity, processability, and cost-effectiveness of the process of restoring parts, in particular, galvanic coatings. Coating Fe-Ni-Cr was effective in increasing the longevity of the restored plowshares tillage machines and gravitational grain pipelines because they have a higher abrasive-mechanical, corrosion resistance in comparison with the serial shares, reinforced sorbitol and grain pipelines made of sheet steel.

Key words: *electroplating, asymmetric alternating current, sulphate electrolyte with organic additives, iron plating.*

Literatura

1. Serebrovskij V.I. Uprochnenie mnogofunkcional'nyh jelektroosazhdennyh pokrytij dlja vosstanovlenija krupnogabaritnyh detalej / V.I. Serebrovskij, V.V. Serebrovskij, R.I. Safonov, JU.P. Gnezdilova // JElektrika. – 2015. - №4. – S. 31-34.

2. Blinkov B.S. Uprochnenie jelektroosazhdennogo zheleza kobal'tom / B.S. Blinkov, V.I. Serebrovskij, R.I. Safonov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2015. - №6. – S. 73-74.

3. Serebrovskij V.I. Uprochnjajushhee legirovanie jelektroosazhdennogo zheleza / V.I. Serebrovskij, V.V. Serebrovskij, R.I. Safonov, JU.P. Gnezdilova // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2015. - №4. – S. 68-71.

4. Serebrovskij V.I. JElektroosazhdenie universal'nyh besporistyh pokrytij iz hloridnyh jelektrolitov / V.I. Serebrovskij, V.V. Serebrovskij, R.I. Safonov, E.S. Kaluckij // JElektrika. – 2015. - №4. – S. 27-31.

5. Serebrovskij V.I. JElektroosazhdenie i uprochnenie binarnyh pokrytij na osnove zheleza / V.I. Serebrovskij, L.N. Serebrovskaja, R.I. Safonov, JU.P. Gnezdilova // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2015. - №3. – S. 74-76.

6. Serebrovskij V.I. JElektroosazhdenie splavov na osnove zheleza iz hloridnyh jelektrolitov / V.I. Serebrovskij, V.V. Serebrovskij, R.I. Safonov, E.S. Kaluckij // Nauka v sovremennom informacionnom obshhestve Materialy V mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2015. – S. 157.

7. Polishhuk S.D. Uslovija osazhdenija pokrytij latuni v processe remonta sel'skohozjajstvennoj tehniki/ S.D. Polishhuk, D.G. CHurilov, A.V.SHemjakin, V.V.Terent'ev //Izvestija JUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. -2017. -№ 4 (25). -S. 39-48.

8. CHurilov D.G. Teoreticheskie issledovanija naprjazhennosti v sisteme pokrytie-osnova v processe

realizacii kombinirovannogo sposoba vosstanovlenija iznoshennyh detalej mashin // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo. - 2012. - № 82. - S. 232-258.

9. CHurilov D.G. Kombinirovannyj sposob vosstanovlenija i uprochnenija detalej sel'skohozjajstvennoj tehniki tipa «val» s ispol'zovaniem legirovannyh ferro- magnitnyh poroshkov: dissertacija ... kandidata tehnicheskih nauk: 05.20.03 / D.G. CHurilov. - Michurinskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Michurinsk, 2014. – 158 s.

10. Gorohova M.N. Tehnologicheskie osobennosti jelektro – iskrovogo uprochnenija/ M.N. Gorohova, D.G.CHurilov, S.D. Polishhuk //Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. -2012. - 1 (13). -S. 38-43.

11.Programma «Utochnenie metodom Ritvel'da» // Programmnyj kompleks PDWin – 4.0 (NPO «Burevestnik»). SPb. - 2007. - 152 s.

12. ZHihareva I. G., SHmidt V. V., SHHipanov V. P., Smerdov S. V. Celenapravlennoe formirovanie himicheskogo sostava jelektrohimicheskih splavov / ZHihareva I. G., SHmidt V. V., SHHipanov V. P., Smerdov S. V. //M-ly mezhd. nauch.-tehn. konf. «Neft' i gaz Zapadnoj Sibiri». Tjumen', 2011. -T. 3. S. 170-173.

13. ZHihareva I.G. Osobennosti makro- i mikrostruktury jelektrohimicheskogo splava Fe-Ni-Cr / I.G. ZHihareva, S.V. Smerdov, V.V. SHmidt // Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2014. - №5. – S. 161-169.

14. Guzin M.V. Struktura, fiziko-mehanicheskie i jekspluatacionnye svojstva kompozicionnyh pokrytij na osnove zheleza i ego splavov / M.V. Guzin, ZH.I. Bobanova, Vida-Simiti Ioann, ZHumate Nikolae // JElektronnaja obrabotka materialov. – 2006. - №5. - S. 20-27.

УДК 629.023/.025

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫГРУЗКИ КАРТОФЕЛЯ С ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ УБОРКЕ

РЯБЧИКОВ Дмитрий Сергеевич, *соискатель кафедры строительства инженерных сооружений и механики, rds_62@mail.ru*

БОРЫЧЕВ Сергей Николаевич, *д-р техн. наук, профессор, первый проректор, university@rgatu.ru*

РЕМБАЛОВИЧ Георгий Константинович, *д-р техн. наук, декан автодорожного факультета, rgk.rgatu@yandex.ru;*

КОСТЕНКО Михаил Юрьевич, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, km340010@rambler.ru*

БЕЗНОСЮК Роман Владимирович, *канд. техн. наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин, romario345830@rambler.ru*

БОРИСОВ Геннадий Александрович, *д-р техн. наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин, tmirm@yandex.ru;*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Уборка картофеля предполагает транспортировку клубней с поля до хранилищ. Транспортные средства для перевозки картофеля весьма разнообразны и разнотипны – это и автомашины-самосвалы, тракторные самосвальные прицепы, автомашины с полуприцепами и контейнеровозы. В большинстве картофелеводческих хозяйств площади, занятые под картофель, не превышают 300 га, а для транспортировки урожая применяют большегрузные самосвалы. Выгрузка картофеля из кузова происходит в результате подъема-опрокидывания, что приводит к образованию гравитационных потоков клубней и способствует появлению механических повреждений клубней. Взаимодействия клубней при выгрузке генерируют напряжения в насыпи картофеля за счет передачи ударных импульсов. В работе исследуется процесс скатывания одиночных клубней по насыпи картофеля. Анализ движения единичных клубней по насыпи показал, что качение клубня происходит при достаточной силе трения под углом естественного откоса. Наибольшее влияние на кинетическую энергию системы будет оказывать путь, пройдённый клубнем по насыпи – чем больше путь, тем больше энергия. Значительную роль будет оказывать также конечная скорость клубня. Снизить кинетическую энергию клубня можно, уменьшая участок разгона с помощью установки дополнительных препятствий в кузове, например, поперечной перегородки. Для уточнения теоретических выкладок был проведен эксперимент по выгрузке клубней из контейнера без перегородки и оборудованного поперечной перегородкой. В ходе эксперимента изучались раскат клубней от контейнера, характеризующий скорость клубней при скатывании по насыпи, и остаток клубней в кузове, характеризующий скорость выгрузки клубней. Установлено, что дополнительные поперечные пере-

© Рябчиков Д. С., Борычев С. Н., Костенко М. Ю., Безносюк Р. Ю., Борисов Г. А., 2019 г.

городки способствуют снижению кинетической энергии картофеля при выгрузке и снижают механические повреждения клубней.

Ключевые слова: *картофель, транспортировка клубней, поперечные перегородки кузова, механические повреждения.*

Введение

Уборка картофеля предполагает транспортировку клубней с поля до хранилищ. Транспортные средства для перевозки картофеля весьма разнообразны и разнотипны – это и автомашины-самосвалы, тракторные самосвальные прицепы, автомашины с полуприцепами и контейнеровозы. Основной тенденцией развития транспортных средств являются кузова повышенной вместимости [1,3]. В то же время при выгрузке больших объемов картофеля возникают гравитационные потоки (лавинообразные потоки) клубней, что приводит к их значительным повреждениям [1]. Минимизация механических повреждений клубней обеспечивается ограничением скорости выгрузки. Некоторые производители применяют кузова с донным транспортером, которые осуществляют бережную выгрузку картофеля и других овощей. Большие объемы перевозок требуют значительного количества специальных транспортных средств, которые помимо уборки трудно использовать; такие транспортные средства могут быть эффективны только в специализированых хозяйствах. Преимущества кузовов повышенной вместимости заключается в снижении простоев при погрузке и выгрузке. Если погрузка картофеля зависит в основном от показателей уборочной техники, то выгрузка определяется параметрами транспортного средства, поэтому выгрузка будет определять эффективность транспортных средств [4].

В большинстве картофелеводческих хозяйств площади, занятые под картофель, не превышают 300 га, а для транспортировки урожая применяют большегрузные самосвалы МАЗ, КамАЗ. Выгрузка картофеля из кузова происходит в результате подъема-опрокидывания, что приводит к образованию гравитационных потоков клубней и способствует появлению механических повреждений клубней [5].

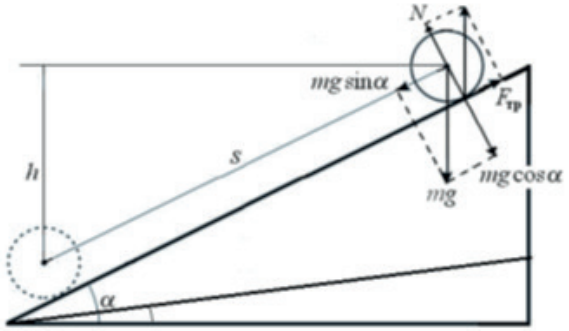
Материалы и методы исследований

Взаимодействия клубней при выгрузке создают напряжения в насыпи картофеля за счет передачи ударных импульсов и массопереноса в поперечном направлении к поверхности сдвига. Для неэластичных сферических частиц при быстром гравитационном течении напряжения пропорциональны квадрату относительной скорости – скорости сдвига и величине и числу ударных импульсов. В результате движения клубни взаимодействуют друг с другом, и возникают хаотические перемещения клубней в движущемся потоке с относительной скоростью того же порядка, что и скорость сдвига.

С увеличением угла подъема кузова возрастает скорость сдвига, причем наблюдается выпрыгивание отдельных клубней, что несколько уменьшает удельный вес насыпи картофеля. Так как клубни картофеля имеют шероховатую поверхность, то направление контактных сил при соударениях клубней отличается от нормали за счет силы трения. [2,3] Очевидно, что условия контакта клубней, возникающие силы трения оказывают существенное влияние на механические повреждения, и на формирование сдвигового напряжения.

Результаты исследований и обсуждение

Рассмотрим скатывание одиночных клубней по насыпи картофеля. Для упрощения модели допустим, что форма клубней близка к форме шара. Пусть клубень массой m и радиусом R движется по наклонной поверхности вороха, образующего угол α с горизонтом (рис. 1). На клубень действуют сила тяжести P = mg, сила нормального давления вороха на клубень N и сила трения клубня о поверхность картофельного вороха $F_{тр.}$.



α – угол наклона насыпи картофеля в кузове относительно горизонта; h – высота скатывания клубня; s – путь центра масс клубня

Рис. 1 – Расчетная схема к исследованию движения клубня по насыпи картофеля

Клубень может участвовать в поступательном движении центра масс и вращательном движении относительно центра масс. Так как клубень в начале движения остается на насыпи, то ускорение его центра масс перпендикулярно наклонной плоскости и равно нулю, запишем уравнение равновесия

$$P \cdot \cos\alpha - N = 0. \quad (1)$$

где N – сила реакции насыпи (сила нормального давления);

P –сила тяжести клубня.

Уравнение поступательного движения (скольжения) клубня вдоль насыпи определяется силой трения $F_{тр.}$ и силой тяжести mg·:

$$ma = mg \cdot \sin\alpha - F_{тр.}, \quad (2)$$

где m – масса клубня;

a – ускорение центра тяжести клубня вдоль насыпи;

α – угол наклона насыпи картофеля в кузове относительно горизонта.

Вращательное движение клубня относительно оси, проходящей через его центр масс, описывается уравнением

$I\varepsilon = F_{тр.}R$, (3)

где I – момент инерции клубня;

R – радиус клубня;

ε – угловое ускорение клубня.

Моменты активных сил относительно оси, проходящей через центр масс клубня, равен нулю. При любом характере движения – поступательном или вращательном – уравнения (2) и (3) всегда справедливы; так как в эти уравнения входят три неизвестные величины: $F_{тр.}$, a и ε, то необходимо составить дополнительное уравнение.

Анализ движения единичных клубней по насыпи показал, что качение клубня происходит при достаточной силе трения под углом естественного откоса. Допустим, что качение клубня по клубню происходит без скольжения, тогда можем записать выражение, связывающее линейное ускорение a с угловым ускорением ε:

$a = R\varepsilon$. (4)

Подставив угловое ускорение из выражения (4) в выражение (3) и преобразовав, получим

$$F_{тр.} = \frac{Ia}{R^2}. \quad (5)$$

Подставив значение $F_{тр.}$ из выражения (5) в выражение (2), получим

$$ma = mg\sin\alpha - \frac{Ia}{R^2}. \quad (6)$$

Величину линейного ускорения выразим из уравнения (6)

$$a = \frac{mg\sin\alpha}{m + \frac{I}{R^2}} = g\frac{\sin\alpha}{1 + \frac{I}{mR^2}}. \quad (7)$$

Величину силы трения $F_{тр.}$ вычислим, совместно решая выражения (5) и (7):

$$F_{тр.} = \frac{mg\sin\alpha}{\left(1 + \frac{mR^2}{I}\right)}. \quad (8)$$

При качении клубня без скольжения по насыпи на него действует максимальное значение силы трения покоя. Так как клубень движется по насыпи картофеля, коэффициент трения покоя будет равен коэффициенту внутреннего трения клубней [2]. Качение без скольжения выполняется при условии

$F_{тр.} \le \mu N$, (9)

где μ – угол естественного откоса клубней картофеля.

Решая совместно выражения(1) ,(8) и (9), получим

$$\frac{mg\sin a}{\left(1 + \frac{mR^2}{I}\right)} < mmg\cos a, \quad (10)$$

Выразив угол наклона насыпи, окончательно имеем

$$tg\alpha < \mu\left(1 + \frac{mR^2}{I}\right). \quad (11)$$

Момент инерции клубня представим как момент инерции однородного шара относительно оси, проходящей через центр масс, его можно записать как

$I = kmR^2$, (12)

где k – коэффициент (к = 0,4 для сплошного шара).

Решая совместно выражения (11) и (12) получим критерий скатывания клубня картофеля по насыпи картофеля без проскальзывания:

$$tg\alpha < \mu\left(\frac{1+k}{k}\right). \quad (13)$$

При скатывании клубня картофеля часть энергии будет рассеиваться в результате диссипации. Максимальное значение работы силы тяжести будет равно полной механической энергии системы (потенциальной энергии). Работа силы тяжести зависит от начального положения клубня картофеля в кузове, то есть высоты скатывания h или перемещения по насыпи:

$W_п = mgh = mgs\cdot\sin\alpha$ (14)

где s – путь центра масс клубня.

Исходя из закона сохранения энергии, кинетическая энергия будет равна потенциальной. Кинетическая энергия клубня в свою очередь определяется составляющей поступательного движения с линейной скоростью υ и составляющей вращательного движения с угловой скоростью ω:

$$W_к = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}. \quad (15)$$

Учитывая, что угловая и линейная скорости при качении без скольжения определяются выражением

$\upsilon = R\omega$, (16)

выражение для кинетической энергии (15), с учетом выражений (16) и (12), запишется в виде:

$$W_к = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mR^2\omega^2}{2} + \frac{kmR^2\omega^2}{2} = \frac{(1+k)mR^2\omega^2}{2}. \quad (17)$$

Движение по насыпи картофеля является равноускоренным, что описывается выражением:

$$s = \frac{at^2}{2} \quad (18)$$

Преобразовав выражение (18) с учетом выражения(4), имеем:

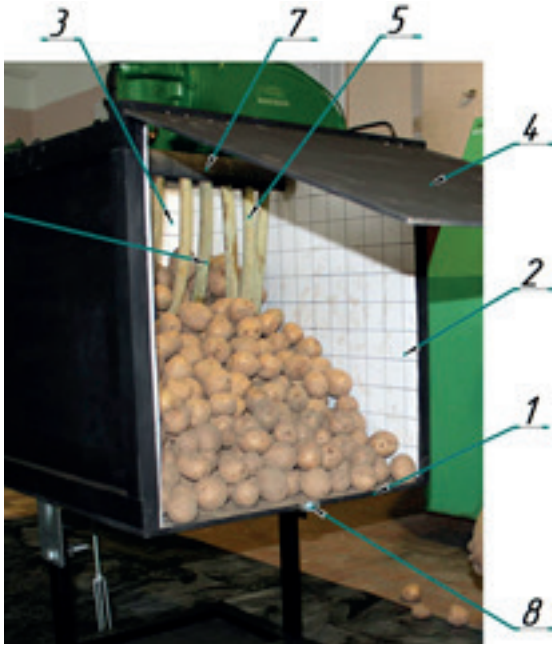
$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{R\varepsilon t^2}{2} = \frac{R\omega t}{2}. \quad (19)$$

Окончательно выражение для кинетической энергии клубня, скатывающегося по насыпи картофеля, получим на основе выражений (17) и (19):

$$W_к = \frac{2(1+k)ms^2}{t^2}. \quad (20)$$

Анализ полученного выражения показывает, что наибольшее влияние на кинетическую энергию системы оказывает путь, пройдённый клубнем по насыпи – чем больше путь, тем больше энергия. Значительную роль также оказывает конечная скорость клубня, которая косвенно выражается временем разгона клубня t. Таким образом, снижение кинетической энергии клубня возможно уменьшением участка разгона с помощью установки дополнительных препятствий в кузове, например, поперечной перегородки.

На рисунке 2 представлен общий вид контейнера (кузова транспортного средства), оборудованного поперечной перегородкой.



1 – основание; 2 – торцевые стенки; 3 – боковина; 4 – откидной борт; 5 – поперечная перегородка; 6 – полая трубка; 7 – ось; 8 – фиксатор

Рис. 2 – Общий вид контейнера (кузова транспортного средства), оборудованного поперечной перегородкой

Контейнер содержит основание 1; торцевые стенки 2; боковину 3; откидной борт 4 , который шарнирно соединен со стенками 2; фиксатор 8; поперечную перегородку 5, состоящую из полых трубок 6, вращающихся вокруг оси 7 [2].

При открытии откидного борта 4 выгружаются клубни, расположенные непосредственно у борта. При опрокидывании контейнера (кузова) поперечная перегородка 5 удерживает часть вороха клубней, исключая их лавинообразный сход. Постепенная выгрузка освобождает трубки 6 поперечной перегородки 5, и ворох клубней выгружается дозированно. Наибольшую скорость скатывания имеют клубни, находящиеся сверху насыпи, так как они не ограничены связями в движении. Скорость при выгрузке верхних клубней дополнительно снижается за счет трения о полые упругие трубки перегородки. Для уточнения теоретических выкладок был проведен эксперимент по выгрузке клубней из контейнера без перегородки и оборудованного поперечной перегородкой. В качестве фактора варьирования выбран угол наклона контейнера к горизонту (угол подъёма кузова). В ходе эксперимента изучались раскат клубней от контейнера, характеризующий скорость клубней при скатывании по насыпи, и остаток клубней в кузове, характеризующий скорость выгрузки клубней (отсутствие лавинообразных потоков).

Для исследований использовали семенной картофель сорта Лотона, с наибольшим размером клубней 35 мм, для масштабного моделирования движения клубней в контейнере. Угол опрокидывания контейнера меняли с помощью винтовой стяжки, и через каждые 5 градусов снимали показания. Повторность была трехкратной. Распределение картофельного вороха в контейнере, оборудованном перегородкой, и раскат клубней после выгрузки представлены на рисунках 3 и 4.

Рис. 3 – Общий вид контейнера с картофелем, оборудованного поперечной перегородкой при выгрузке

Рис. 4 – Общий вид контейнера, оборудованного поперечной перегородкой при исследовании раската клубней картофеля

Анализ опытных данных позволил построить график изменения оставшегося в контейнере картофеля при различных углах опрокидывания контейнера с учет установки поперечной перегородки (рис. 5), а также график расстояния раскатывания клубней после выгрузки в зависимости от угла опрокидывания (рис. 6).

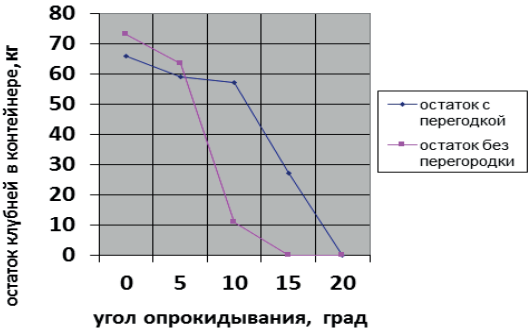


Рис. 5 – График выгрузки клубней из контейнера в зависимости от угла опрокидывания

Анализ выгрузки из контейнера показал, что установка поперечной перегородки в контейнере позволяет осуществлять равномерную выгрузку в течение всего цикла опрокидывания; это видно на графике остатков клубней в контейнере (рис. 5) – кривая остатка в контейнере с перегородкой имеет более пологий угол. Равномерная выгрузка контейнера снижает возможность образования лавинообразных потоков, что в конечном итоге будет снижать кинетическую энергию скатывающихся клубней картофеля и уменьшать их механические повреждения.

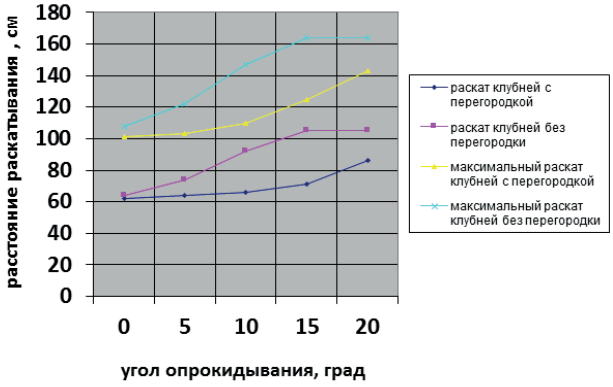


Рис. 6 – Графики расстояния раската клубней после выгрузки в зависимости от угла опрокидывания

Анализ расстояния раската клубней после выгрузки (рис. 6) показывает, что установка поперечной перегородки в контейнере позволяет уменьшить раскат клубней. Это можно объяснить ограничением участка разгона клубней по насыпи и трением о трубки поперечной перегородки. В конечном итоге уменьшается кинетическая энергия клубней, что снижает вероятность повреждения клубней. Исследование повреждений клубней следует проводить в производственных условиях, так как масштабный фактор может существенно влиять на механические повреждения.

Заключение

Теоретические исследования показали, что наибольшее влияние на кинетическую энергию скатывающегося картофеля будет оказывать путь, пройдённый клубнем по насыпи – чем больше путь, тем больше энергия. Значительную роль будет оказывать также конечная скорость клубня, которая косвенно выражается временем разгона клубня t. Таким образом, снижение кинетической энергии клубня возможно уменьшением участка разгона путем установки дополнительных препятствий в кузове, например, поперечной перегородки. Экспериментальные исследования выгрузки из контейнера показали, что установка поперечной перегородки в контейнере позволяет осуществлять равномерную выгрузку в течение всего цикла опрокидывания. Анализ расстояния раската клубней после выгрузки показывает, что установка поперечной перегородки в контейнере позволяет уменьшить раскат клубней. Таким образом, установка дополнительных поперечных перегородок способствует снижению кинетической энергии картофеля при выгрузке и снижает механические повреждения клубней.

Список литературы

1. Инновационные решения в технологиях и технике для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции растениеводства / И. А. Юхин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Е. П. Булатов, И. В. Тужиков, А. Б. Пименов // Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства : сборник научных докладов международной научно-технической конференции / Ответственный редактор: Ю. Ф. Лачуга. – Рязань, 2011. - С. 395-403.

2. Пат. 191227 Российская Федерация B65D 5/48 . Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов / Борычев Сергей Николаевич (RU), Рябчиков Дмитрий Сергеевич (RU), Колошеин Дмитрий Владимирович (RU), Маслова Лилия Александровна (RU), Бойко Александр Игоревич (RU), Голиков Алексей Анатольевич (RU), Безносюк Роман Владимирович (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) – №: 2019116209, заявл. 27.05.2019; опубл.: 30.07.2019 Бюл. № 22.– 3 с.

3. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, В. А. Шафоростов, Д. А. Байдин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107. С. 443-458. – Режим доступа : http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/31.pdf, 1 у.п.л.

4. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Д. С. Рябчиков, А. С. Попов, К. А. Жуков //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101. С. 2060-2075. – Режим доступа : http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf, 1 у.п.л.

5. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортно-погрузочных работ при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Д. С. Рябчиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 93. - С. 616-627. – Режим доступа : http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/84.pdf, 0,75 у.п.л.

ESEARCH OF UNLOADING VEHICLES WHEN HARVESTING POTATOES

Ryabchikov Dmitry S., *applicant, rds_62@mail.ru*

Borychev Sergey N., *Dr. Tech. Sciences, professor, first vice-rector, university@rgatu.ru*

Rembalovich Georgy K., *Dr. Tech. Sciences, Dean of the Faculty of Road, rgk.rgatu@yandex.ru*

Kostenko Mikhail Yu., *Dr. Tech. Sciences, Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, km340010@rambler.ru*

Beznosyuk Roman V., *Cand. tech. Sci., Associate Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, romario345830@rambler.ru*

Borisov Gennady A., *Dr. Tech. Sciences, Professor, Department of Metal Technology and Machine Repair, tmirm@yandex.ru*

Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev

Harvesting potatoes involves transporting tubers from the field to storage. Vehicles for transporting potatoes are very diverse and diverse - these are dump trucks, tractor dump trailers, trucks with semi-trailers and container carriers. In most potato farms, the area occupied by potatoes does not exceed 300 hectares, and heavy trucks are used to transport the crop. Unloading of potatoes from the body occurs as a result of lifting - tipping, which leads to the formation of gravitational flows of tubers and contributes to the appearance of mechanical damage to tubers. The interactions of the tubers during unloading generate stresses in the embankment of the potato due to the transmission of shock pulses. We investigate the rolling of single tubers over a mound of potatoes. Analysis of the movement of individual tubers along the embankment showed that the tuber rolls with sufficient friction at an angle of repose. the kinetic energy of the system will be most affected by the path traveled by the tuber through the embankment; the larger the path, the greater the energy. The final speed of the tuber will also play a significant role. Reducing the kinetic energy of the tuber, it is possible to reduce the acceleration area by installing additional obstacles in the body, for example, a transverse partition. To clarify the theoretical calculations, an experiment was conducted to unload tubers from a container without a partition and equipped with a transverse partition. During the experiment, the tuber roll from the container was studied, which characterizes the speed of the tubers when rolling along the embankment, and the remainder of the tubers in the back, which characterizes the speed of unloading the tubers. Additional transverse partitions have been established that contribute to a decrease in the kinetic energy of potatoes during unloading and reduce mechanical damage to tubers.

Key words: *potatoes, tubers transportation, transverse body partitions, mechanical damage.*

Literatura

1.Innovacionnye resheniya v tekhnologiyah i tekhnike dlya vnutrihozyajstvennyh perevozok plodoovoshchnoj produkcii rastenievodstva [Tekst] / YUhin I.A., Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Bulatov E.P., Tuzhikov I.V., Pimenov A.B. // V sbornike: Innovacionnye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya - osnova modernizacii sel'skogo hozyajstva Sbornik nauchnyh dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. Otvetstvennyj redaktor: Lachuga YU.F.. 2011. S. 395-403.

2.Pat. 191227 Rossijskaya Federaciya B65D 5/48 . Ustrojstvo dlya transportirovki korneklubneplodov / Borychev Sergej Nikolaevich (RU), Ryabchikov Dmitrij Sergeevich (RU), Koloshein Dmitrij Vladimirovich (RU), Maslova Liliya Aleksandrovna (RU), Bojko Aleksandr Igorevich (RU), Golikov Aleksej Anatol'evich (RU), Beznosyuk Roman Vladimirovich (RU); zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva" (FGBOU VO RGATU) – №: 2019116209, zayavl. 27.05.2019; opubl.: 30.07.2019 Byul. № 22.– 3 s.

3.Problemy i perspektivy transportnoj tekhniki na sele [Tekst] /Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., YUhin I.A., SHaforostov V.A., Bajdin D.A.// Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 107. S. 443-458.

4.Tendencii perspektivnogo razvitiya sel'skohozyajstvennogo transporta [Tekst] / Uspenskij I.A., YUhin I.A., Ryabchikov D.S., Popov A.S., ZHukov K.A. // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 101. S. 2060-2075.

5.Universal'nye transportnye sredstva dlya vypolneniya transportno-pogruzochnyh rabot pri vnutrihozyajstvennyh perevozkah plodoovoshchnoj produkcii Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., YUhin I.A., Ryabchikov D.S. Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 93. S. 616-627.

УДК 631.173.6

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

УШАНЕВ Александр Игоревич, *учебный мастер кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, aushaniev@inbox.ru*

КРАВЧЕНКО Андрей Михайлович, *д-р тех. наук, профессор, профессор Рязанского высшего воздушно-десантного училища имени генерала армии В.Ф. Маргелова*

БОРИСОВ Геннадий Александрович, *д-р тех. наук, профессор, профессор кафедры «Технология металлов и ремонт машин», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева*

МУРОГ Игорь Александрович, *д-р тех. наук, профессор, директор Рязанского института (филиала) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»*

ЛАТЫШЕНОК Михаил Борисович, *д-р тех. наук, профессор, профессор кафедры «Организация транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности», Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева*

В процессе работы и хранения сельскохозяйственная техника подвергается влиянию таких факторов как ультрафиолетовые лучи, конденсат, перемена температуры, различные химикаты от удобрений и т.д., большинство из которых приводит к коррозии металла. Все эти факторы отрицательно влияют на техническое состояние техники и приводят к отказам, т.е. к неработоспособному состоянию. К примеру, картофелеуборочный комбайн испытывает воздействие трения земли о поверхность и попадание на нее влаги, что повреждает поверхность и приводит к возникновению коррозии. Для предотвращения или уменьшения проявления коррозии следует защищать и обрабатывать поверхности сельскохозяйственной техники. Далее рассмотрим современные противокоррозионные технологии и защитные материалы. В противокоррозионной практике для изоляции металла от воздействия агрессивных сред используются специальные защитные покрытия. Все они подразделяются на металлические и неметаллические. Металлические – анодные и катодные – покрытия наносятся на поверхности методами газотермического напыления, окунания, гальванизации, плакирования или диффузии. Неметаллические покрытия подразделяются на органические и неорганические. Они создают на обрабатываемых поверхностях тонкую, инертную по отношению к агрессивным веществам пленку, которая предохраняет детали от негативных воздействий окружающей среды. В настоящее время для защиты поверхностей существует множество технологий и материалов, которые различаются по качеству обработки, цене и сроку службы. Для каждой поверхности и детали сельскохозяйственной техники можно подобрать свою технологию и материал для защиты от коррозии.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, *металлические и неметаллические покрытия, гальванические покрытия, термодиффузионное покрытие, противокоррозионные технологии.*

Введение

В процессе работы и хранения сельскохозяйственная техника подвергается влиянию факторов, в числе которых ультрафиолетовые лучи, конденсат, перемена температуры, различные химикаты от удобрений и т.д., большинство из которых приводят к коррозии металла. Все эти факторы отрицательно влияют на техническое состояние техники и приводят к отказам и, соответственно, к неработоспособному состоянию. К примеру, картофелеуборочный комбайн испытывает воздействие трения земли о поверхность и попадание на нее влаги, что повреждает поверхность и приводит к возникновению коррозии [6-9]. Для предотвращения или уменьшения проявления коррозии следует защищать и обрабатывать поверхности сельскохозяйственной техники. Далее рассмотрим современные противокоррозионные технологии и защитные материалы.

Объекты исследования

В противокоррозионной практике для изоляции металла от воздействия агрессивных сред используются специальные защитные покрытия. Все они подразделяются на металлические и неметаллические[1,2,3].

Металлические – анодные и катодные – покры-

© Ушанев А. И., Кравченко А. М., Борисов Г. А., Мурог И. А., Латышенок М. Б., 2019 г.

тия наносятся на поверхности методами газотермического напыления, окунания, гальванизации, плакирования или диффузии.

К неметаллическим защитным покрытиям относятся лакокрасочные составы, полимерные пленки, силикатные эмали, резины, оксиды металлов, соединения фосфора, хрома и др.Рассмотрим эти виды покрытий подробнее.

Экспериментальная часть

Анализ современных технологий и материалов для защиты был проведен для металлических и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники.

В качестве анодных металлических покрытий выступают металлы, электрохимический потенциал которых меньше, чем у обрабатываемых материалов. У катодных он, наоборот, выше.

Катодные, благодаря образованию механического барьера, препятствуют попаданию агрессивных сред к основному металлу благодаря образованию механического барьера. Они лучше защищают поверхности от агрессивных воздействий, но только в случае неповрежденности поверхностей.

Металлические покрытия

В зависимости от способа нанесения металлические покрытия подразделяются на следующие виды.

Гальванические покрытия

Гальванизация – это электрохимический метод нанесения металлического защитного покрытия для защиты поверхностей от коррозии и окисления, улучшения их прочности и износостойкости, придания эстетичного внешнего вида.

Данный вид покрытий применяется в авиа- и машиностроении, радиотехнике, электронике, строительстве, сельском хозяйстве.

В зависимости от применения конкретных деталей выделяют защитные, защитно-декоративные и специальные гальванические покрытия.

Защитные покрытия служат для изоляции металлических деталей от воздействия агрессивных сред и предотвращения механических повреждений. Защитно-декоративные предназначены для придания деталям эстетичного внешнего вида и их защиты от разрушительных внешних воздействий.

Специальные покрытия улучшают характеристики обрабатываемых поверхностей, обеспечивая их более высокой износостойкостью, электроизоляционными свойствами, повышенной прочностью и т.д.

Азотермическое напыление

Представляет собой перенос расплавленных частиц материала на обрабатываемую поверхность газовым или плазменным потоком. Покрытия, образованные таким методом, отличаются термо- и износостойкостью, хорошими антикоррозионными, антифрикционными и противозадирными свойствами, электроизоляционной или электропроводной способностью. В качестве напыляемого материала выступают проволоки, шнуры, порошки из металлов, керамики и металлокерамики.

Выделяют следующие методы газотермического напыления:

– газопламенное напыление: самый простой и недорогой метод, применяемый для защиты крупных поверхностей от коррозии и восстановления геометрии деталей;

– высокоскоростное газопламенное напыление: используется для образования плотных металлокерамических и металлических покрытий;

– детонационное напыление: применяется для нанесения защитных покрытий, восстановления небольших поврежденных участков поверхности;

– плазменное напыление: используется для создания тугоплавких керамических покрытий;

– электродуговая металлизация: для нанесения антикоррозионных металлических покрытий на большие площади поверхности;

– напыление с оплавлением: применяется тогда, когда риск деформации деталей отсутствует или он оправдан.

Погружение в расплав

При использовании этого метода обрабатываемые детали окунаются в расплавленный металл (олово, цинк, алюминий, свинец). Перед погружением поверхности обрабатываются смесью хлорида аммония (52-56%), глицерина (5-6%) и хлорида покрываемого металла. Это позволяет защитить расплав от окисления, а также удалить оксидные и солевые пленки.

Данный метод нельзя назвать экономичным, так как наносимый металл расходуется в больших количествах. При этом толщина покрытия неравномерна, а наносить расплав в узкие зазоры и отверстия, например, на резьбу, не представляется возможным.

Термодиффузионное покрытие

Данное покрытие, материалом для которого выступает цинк, обеспечивает высокую электрохимическую защиту стали и черных металлов. Оно обладает высокой адгезией, стойкостью к коррозии, механическим нагрузкам и деформации.

Слой термодиффузионного покрытия имеет одинаковую толщину даже на деталях сложных форм и не отслаивается в процессе эксплуатации.

Плакирование

Метод представляет собой нанесение металла термомеханическим способом: путем пластичной деформации и сильного сжатия. Чаще всего таким образом создаются защитные, контактные или декоративные покрытия на деталях из стали, алюминия, меди и их сплавов.

Плакирование осуществляется в процессе горячей прокатки, прессования, экструзии, штамповки или сваривания взрывом.

Неметаллические покрытия

Подразделяются на органические и неорганические. Они создают на обрабатываемых поверхностях тонкую, инертную по отношению к агрессивным веществам пленку, которая предохраняет детали от негативных воздействий окружающей среды [4,5,10].

Лакокрасочные защитные покрытия

В состав таких покрытий входят пленкообразу-

ющие вещества, наполнители, пигменты, пластификаторы, растворители и катализаторы. Варьирование состава позволяет получать материалы со специфическими свойствами (токопроводящие, декоративные, особопрочные, жаростойкие и т.п.). Покрытия такого рода не только защищают поверхности в различных условиях, но и придают им эстетичный внешний вид.

В группу лакокрасочных покрытий входят лаки, краски, грунтовки, олифы, шпаклевки.

Силикатные эмали

Применяются для изделий, работающих при высоких температурах, в химически агрессивных средах (рис. 1).

Эмалевое защитное покрытие формируется с помощью порошка или пасты. Процесс проходит в несколько этапов. Сначала на изделие наносится грунтовая эмаль – она улучшает адгезию, уменьшает термические и механические напряжения.

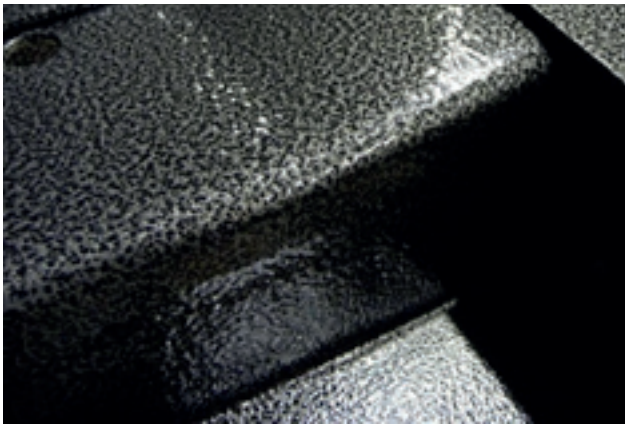


Рис. 1 – Вид нанесенных силикатных эмалей

Затем, после спекания первого слоя при температуре +880… + 920° С, накладывается покровная эмаль, после чего изделие снова подвергается нагреванию до +840… +860° С.

Если требуется нанести несколько слоев силикатной эмали, вышеописанные операции проводят поочередно несколько раз. Изделия из чугуна, к примеру, обрабатывают в 2-3 подхода.

Застывшая эмаль представляет собой тонкое, похожее на стекло, покрытие. Его основным недостатком является сравнительно низкая прочность – под воздействием ударных нагрузок эмаль может растрескиваться или скалываться.

Полимерные защитные покрытия

В число наиболее распространенных полимеров, применяющихся для защиты металлов от коррозии, входят полистирол, полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, фторопласты, эпоксидные смолы и др.

Полимерное покрытие осуществляется методами окунания, газотермического или вихревого напыления, обычной кистью. Остывая, оно образует на поверхности сплошную защитную пленку толщиной несколько миллиметров (рис. 2).

Разновидностью полимерных являются антифрикционные покрытия (АФП). Внешне эти материалы похожи на краски, однако вместо пигментов они содержат высокодисперсные частицы твердых смазочных веществ, которые равномерно распределены в смеси связующих компонентов и растворителей.

Основу АФП могут составлять дисульфид молибдена, графит, политетрафторэтилен (ПТФЭ) и прочие твердые смазки, в качестве связующих применяются акриловые, фенольные, полиамидимидные, эпоксидные смолы, титанат, полиуретан и некоторые другие специальные компоненты.

Антифрикционные твердосмазочные покрытия (АТСП), а также специальные растворители и очистители для предварительной подготовки поверхностей разрабатывает российская компания «Моделирование и инжиниринг».

АТСП MODENGY применяются в средне- и тяжелонагруженных узлах трения скольжения (направляющих, зубчатых передачах, подшипниках и т.д.), на деталях двигателей внутреннего сгорания (юбках поршней, подшипниках скольжения, дроссельной заслонке), в резьбовых соединениях и крепеже, трубопроводной арматуре, пластиковых и металлических элементах автомобилей (замках, петлях, пружинах, скобах, механизмах регулировки и т.д.), а также в других парах трения металл-металл, металл-резина, полимер-полимер, металл-полимер.

Антифрикционные покрытия MODENGY отличаются:

– высокой несущей способностью;
– работоспособностью в запыленной среде;
– низким коэффициентом трения;
– широким диапазоном рабочих температур;

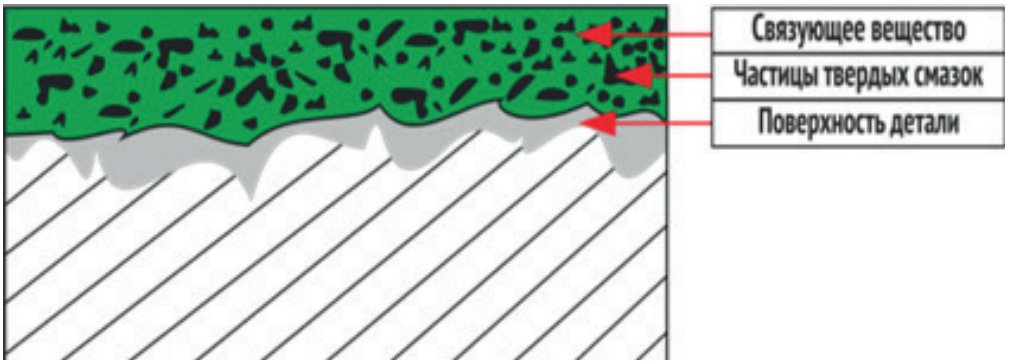


Рис. 2 – Вид нанесенных полимерных защитных покрытий

– высокой износостойкостью;

– противозадирными и антикоррозионными свойствами;

– стойкостью к воздействию кислот, щелочей, растворителей и других химикатов;

– работоспособностью в условиях радиации и вакуума.

Покрытия ложатся тонким слоем, поэтому практически не меняют исходные размеры деталей, зато обеспечивают им необходимый комплекс триботехнических и защитных свойств.

Применение АТСП MODENGY позволяет эффективно управлять трением, повышать ресурс и энергоэффективность оборудования.

Оксидные защитные пленки

Оксидирование – это окислительно-восстановительная реакция металлов, которая возникает благодаря их взаимодействию с кислородом, электролитом или специальными кислотно-щелочными составами. В результате этого процесса на металлических поверхностях образуется защитная пленка, которая увеличивает их твердость, снижает риск образования задиров, улучшает приработку деталей и повышает срок их службы.

Оксидирование используется для получения защитных и декоративных покрытий, а также для формирования диэлектрических слоев. Различают химические, анодные (электрохимические), термические, плазменные и лазерные методы этой обработки.

Резиновые защитные покрытия

Гуммирование, или создание защитных покрытий резины или эбонита, осуществляется для защиты различных емкостей, трубопроводов, цистерн, химических аппаратов, резервуаров для перевозки и хранения химических веществ от воздействия внешней среды.

Защитное покрытие может быть сформировано из мягкой или твердой резины. Консистенция контролируется добавками серы: мягкая содержит от 2 до 4% этого вещества, твердая – от 30 до 50%.

Покрытие наносится на предварительно очищенные и обезжиренные поверхности. Скопившийся после обработки воздух выдавливается валиком. В качестве заключительного этапа гуммирования проводится вулканизация изделий.

Резиновые покрытия являются хорошими диэлектриками, обладают стойкостью ко многим кислотам и щелочам (но не к сильным окислителям). Из существенных недостатков резиновых покрытий можно выделить их старение со временем.

Смазки и пасты

При длительном хранении и перевозке техники в качестве защитных покрытий могут использоваться специальные смазки и пасты – они препятствуют попаданию на поверхности влаги, пыли и различных газообразных веществ, наносятся кистью или методом распыления.

Консервационные материалы изготавливаются на основе минеральных масел (вазелинового, машинного) и воскообразных веществ (воска, парафина, мыла). Очень популярны смазки, в состав которых входит 5% парафина и 95% петролатума (смеси парафинов, масел и минеральных восков – церезинов).

Заключение

В настоящие время для защиты поверхностей существует множество технологий и материалов, которые различаются по качеству обработки, цене и сроку службы. Для каждой поверхности и детали сельскохозяйственной техники можно подобрать свою технологию и материал.

Обработка техники при хранении и в рабочий период дает следующее:

– увеличение срока службы сельскохозяйственной техники;

– снижение частоты отказов, приводящих к неработоспособному состоянию техники;

– уменьшение времени простоя на ремонте;

– некоторыми металлическими покрытиями можно восстанавливать детали поверхности техники;

– качественно обработанная поверхность снижает повреждения при перевозке сельскохозяйственной продукции.

Все перечисленное выше положительно сказывается на финансовой составляющей малых и средних сельскохозяйственных предприятий, позволяет уменьшить траты на ремонт техники и увеличить качество перевозимой и обрабатываемой продукции.

Список литературы

1. Бышов, Н. В. Разработка насадки для нанесения консервацион-ного материала при постоянном напоре / Н. В. Бышов, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2017. - № 3 (35). - С. 88-91.

2. Технические и оценочные показатели нанесения консервационного материала на поверхность сельскохозяйственных машин при применении различных способов / А. И. Ушанев, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин, А. С. Колотов // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2017. - С. 194-199.

3. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвузовский сборник научных трудов. - Саранск, 2017. - С. 537-548.

4. Пистолет-распылитель для нанесения защитных покрытий высокой вязкости на поверхность сельскохозяйственной техники / А. А. Симдянкин, А. С. Колотов, С. В. Колупаев, А. И. Ушанев // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : материалы национальной научно-практической конференции. 2019. - С. 398-402.

5. Ушанев, А.И. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2016. - № 4 (32). - С. 82-87.

6. Универсальное транспортное средство для

перевозки продукции растениеводства / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : сборник научных докладов международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В. П. Горячкина. – М., 2013. - С. 241-244.

7. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "samtec" / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, П. С. Синицин, Г. Д. Кокорев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. - № 78. - С. 239-249. – Режим доступа : http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/42.pdf

8. Экономическая эффективность деятельности транспортного комплекса Рязанской области. Экономика и анализ функционирования автотранспортной отрасли / Н. В. Бышов, Е. В. Лунин, Ш. Г. Ахметов, А. Б. Мартынушкин, И. В. Федоскина. - Рязань, 2012.

9. Повышение эксплуатационно-технологических показателей транспортной и специальной техники на уборке картофеля / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. А. Голиков, К. С. Беркасов, В. А. Павлов // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 88. - С. 509-518. – Режим доступа : http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/34.pdf

10. Успенский, И. А. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля / И. А. Успенский, С. Н. Борычев, А. И. Бойко // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : материалы 65-й международной научно-практической конференции. – Рязань, 2014. - С. 141-142.

MODERN TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR PROTECTION OF METALLIC AND NON-METALLIC SURFACES, AGRICULTURAL MACHINERY

Ushanev Alexander I., *the educational master of the Department "TET", Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev, aushaniev@inbox.ru*

Kravchenko Andrey, *doctor of technical Sciences, Professor, Ryazan higher airborne school named after General of the army V. F. Margelov*

Borisov Gennady A. *doctor of technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Mipm, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev*

Murog Igor A. *doctor of technical Sciences, Professor, Director of Ryazan Institute (branch) of MOSCOW Polytechnic University»*

Latyshonok Mikhail B. *doctor of technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Organization of transport processes and safety" Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev*

In the process of operation and storage of agricultural machinery is influenced by factors, including: ultraviolet rays, condensate, temperature changes, various chemicals from fertilizers, etc., most of which leads to corrosion of the metal. All these factors adversely affect the technical condition of the equipment and lead to failures and, accordingly, not working condition. For example, a potato harvester is affected by the friction of the earth on the surface and the ingress of moisture on it, which damages the surface and leads to corrosion. Agricultural machinery should be protected and treated to prevent or reduce corrosion. Next, consider modern anti-corrosive technologies and protective materials. In anti-corrosion practice, special protective coatings are used to isolate the metal from the effects of aggressive media. All of them are divided into metal and non-metal. Metal – anode and cathode – coatings are applied on the surface by methods of thermal spraying, dipping, galvanizing, cladding or diffusion. Non-metallic coatings are divided into organic and inorganic. They create a thin film on the treated surfaces, inert with respect to aggressive substances, which protects the parts from the negative effects of the environment. At present, there are many technologies and materials for the protection of equipment to protect surfaces, which differ in the quality of processing, price and service life. For each surface and details of agricultural machinery, you can choose your technology and material for corrosion protection.

Key words: agricultural machinery, metal and non-metal coatings, electroplating, thermal diffusion coating, anticorrosive technologies.

Literatura

1. Byshov N.V. Razrabotka nasadki dlya naneseniya konservacion-nogo materiala pri postoyannom napore / Byshov N.V., YUhin I.A., Ushanev A.I. // Vestnik ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.a. Kostycheva. 2017.№ 3 (35). S. 88-91.

2. Ushanev A.I. Tekhnicheskie i ocenochnye pokazateli naneseniya konservacionnogo materiala na poverhnost' sel'skohozyajstvennyh mashin pri primenenii razlichnyh sposobov /Ushanev A.I., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., YUhin I.A., Kolotov A.S. // V sbornike: sovershenstvovanie sistemy podgotovki i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya kadrov dlya agropromyshlennogo kompleksa materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2017. S. 194-199.

3. Ushanev A.I. Gruntovka kak konservacionnoe pokrytie sel'skohozyajstvennoj tekhniki /Ushanev A.I., Byshov N.V., Uspenskij I.A., YUhin I.A.// V sbornike: energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i sistemymezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. Saransk, 2017. S. 537-548.

4. Simdyankin A.A. Pistolet-raspylitel' dlya naneseniya zashchitnyh pokrytij vysokoj vyazkosti na poverhnost'

sel'skohozyajstvennoj tekhniki/ Simdyankin A.A., Kolotov A.S., Kolupaev S.V., Ushanev A.I.// V sbornike: prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2019. S. 398-402.

5. Ushanev A.I. K voprosu hraneniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki/Ushanev A.I. // Vestnik ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.a. Kostycheva. 2016.№ 4 (32). S. 82-87.

6. Byshov N.V. Universal'noe transportnoe sredstvo dlya perevozki produkcii rastenievodstva/ Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., YUhin I.A.// v sbornike: sistema tekhnologij i mashin dlya innovacionnogo razvitiya apk rossii sbornik nauchnyh dokladov mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii, posvyashchennoj 145-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika zemledel'cheskoj mekhaniki v.p. goryachkina. 2013. s. 241-244.

7. Byshov N.V. Diagnostirovanie mobil'noj sel'skohozyajstvennoj tekhniki s ispol'zovaniem pribora firmy "samtec"/ Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Sinicin P.S., Kokorev G.D.\\ politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 78. s. 239-249.

8. Byshov N.V. Ekonomicheskaya effektivnost' deyatel'nosti transportnogo kompleksa ryazanskoj oblasti. ekonomika i analiz funkcionirovaniya avtotransportnoj otrasli/ Byshov N.V., Lunin E.V., Ahmetov SH.G., Martynushkin A.B., Fedoskina I.V.// ministerstvo sel'skogo hozyajstva rossijskoj federacii departament nauchno-tekhnologicheskoj politiki i obrazovaniya federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni p.a. kostycheva". ryazan', 2012.

9. Rembalovich G.K. Povyshenie ekspluatacionno-tekhnologicheskih pokazatelej transportnoj i special'noj tekhniki na uborke kartofelya/ Rembalovich G.K., Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., YUhin I.A., Golikov A.A., Berkasov K.S., Pavlov V.A.// politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 88. s. 509-518.

10. Uspenskij I.A. Interaktivnyj vybor racional'noj tekhnologii uborki kartofelya/ Uspenskij I.A., Borychev S.N., Bojko A.I.//v sbornike: nauchnoe soprovozhdenie innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: teoriya, praktika, perspektivy materialy 65-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. ministerstvo sel'skogo hozyajstva rossijskoj federacii federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni p.a. kostycheva". 2014. s. 141-142.

ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

УДК 636.22/.28.084:631.363.7

К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРМОВОГО ВАГОНА

КУПРЕЕНКО Алексей Иванович, *д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств, kupreenkoai@mail.ru,*

ИСАЕВ Хафиз Мубариз-оглы, *канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств, haf-is@mail.ru*

МИХАЙЛИЧЕНКО Станислав Михайлович, *аспирант кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств, S.M.Mikhailichenko@yandex.ru*

Брянский государственный аграрный университет

В настоящее время перспективной технологией для кормления КРС является использование автоматических систем кормления (АСК), функцию раздачи кормосмесей в которых выполняют автоматические кормовые вагоны (кормовагоны), преимущественно подвесного типа. Цель исследования – разработка методики определения конструктивно-технологических параметров кормового вагона рассмотренной конструкции. В работе проведен обзор существующих решений у 17 компаний, занимающихся производством АСК. В основном данные технологии распространены в Германии, Австрии, Нидерландах и странах Скандинавии. На основании данного обзора выделены основные признаки, по которым различаются предлагаемые на рынке кормовагоны. Установлено, что наиболее распространенной технологией является использование подвесных кормовагонов, в состав конструкции которых входят продольный и поперечный транспортеры и битерное устройство, а загрузка готовых кормосмесей осуществляется из стационарного смесителя. В работе схематично представлена конструкция кормовагона, взятая за основу при расчетах. Описаны существующие технологии нормирования кормосмесей животным по массе (кг/гол), а также по объему (м3/гол). Приведены примеры их реализации, и дано описание принципа работы систем, позволяющих осуществлять раздачу с учетом реальных потребностей животных и фактического наличия кормосмесей на кормовом столе. Получены формулы, позволяющие определять скорость движения продольного транспортера для каждой из рассмотренных технологий нормирования, и формула для согласования этой скорости со скоростью движения поперечного (выгрузного) транспортера. Детально рассмотрен процесс формирования слоя кормосмеси на выгрузном транспортере. Использование предложенной методики позволяет рассчитать скорости продольного и поперечного транспортеров при проектировании автоматических кормовых вагонов предложенной конструкции.

Ключевые слова: *кормление КРС, подвесной кормовой вагон, скорость транспортера, норма выдачи*

Введение

В настоящее время перспективной технологией для кормления КРС является использование автоматических систем кормления, которые отличаются технической сложностью, уровнем автоматизации и другими параметрами [9,1]. По оценкам зарубежных исследователей в 2015 году во всем мире работало порядка 1250 таких систем [10], преимущественно на фермах в южной Германии, Австрии и скандинавских странах [11], а также в Голландии [12]. Наиболее распространены системы, функцию раздачи кормосмесей в которых выполняют автоматические кормовые вагоны. Они отличаются по конструкции, типу ходовой системы и другим параметрам. Наибольшее распространение получили подвесные кормовые вагоны [11]. В России интерес к данным системам также растет [2-4]. Однако автоматические системы кормления все еще недостаточно изучены. Ранее была предложена методика определения вероятностного времени кормления животных кормовыми вагонами на фермах КРС, в основе которой лежит теория графов [5,6]. Также разработана методика, позволяющая определять параметры работы кормового вагона в зависимости от выбранной схемы кормления и фронта кормления животных [7].

Цель данного исследования – разработка методики определения конструктивно-технологических параметров кормового вагона с учетом применяемых технологий нормирования кормосмесей животным.

Материалы и методы

Производством автоматических систем для кормления КРС занимаются такие компании как *GEA Farm Technologies GmbH* (Германия), *EDER GmbH* (Германия), *KUHN System TKS* (Германия и Норвегия), *Wasserbauer* (Австрия), *Hetwin* (Австрия), *SCHAUER Agrotronic GmbH* (Австрия), *Jeantill* (Франция), *Trioliet* (Нидерланды), *Lely* (Нидерланды), *Schuitemaker* (Нидерланды), *DeLaval* (Швеция), *Pellon* (Финляндия), *Cormall* (Дания), *Euromilk* (Польша), ЗАО *«Колнаг»* (Россия),

© Купреенко А. И., Исаев Х. М., Михайличенко С. М., 2019 г.

Rovibec (Канада), *Dawoon Co*., *Ltd.* (Южная Корея) и др. Все указанные производители предлагают системы, в состав которых входят кормовые вагоны (рис. 1). Эти устройства отличаются по следующим основным признакам:

по типу загрузки – загрузка готовой кормосмеси (например, из стационарного смесителя), загрузка отдельных компонентов (например, из кормовых бункеров или грейферным устройством) либо самозагрузка;

по наличию и типу рабочего органа для измельчения и/или смешивания компонентов – без рабочего органа (продольный транспортер), с устройством для смешивания компонентов, с устройством для измельчения и смешивания компонентов;

по источнику питания – ДВС, АКБ, токопроводящий рельс или буксирный кабель;

по типу ходовой системы – передвигающиеся на шасси либо по подвесному пути.

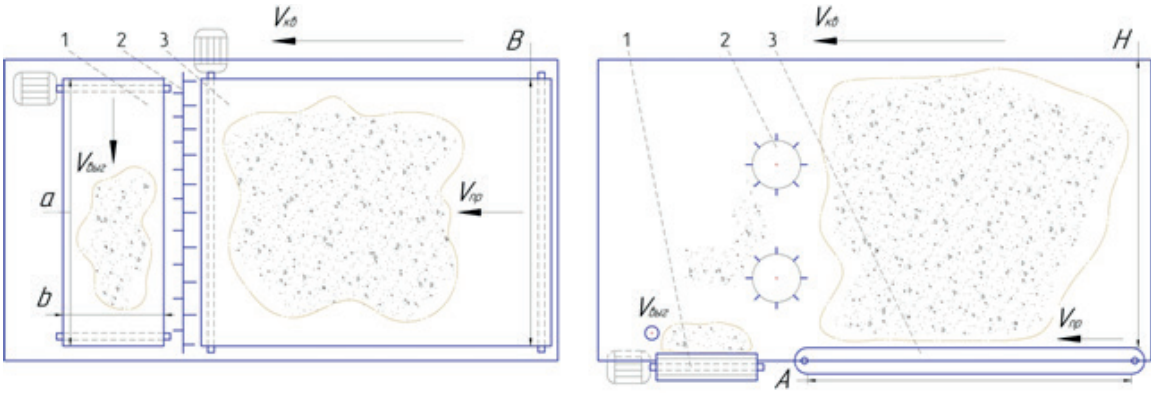
Рис. 1 – Автоматические кормовые вагоны: *Jeantill Automatic Feeding* (наверху слева); *Hetwin Aramis II* (наверху справа); *Trioliet Triomatic WP 2300* + кормовая кухня *Triomatic T30* (внизу слева); *Euromilk QUBE* (внизу справа)

Как показал проведенный обзор решений, предлагаемых указанными производителями на официальных сайтах, наиболее распространенной технологией является использование автоматических подвесных кормовых вагонов, в состав конструкции которых входят продольный и поперечный транспортеры и битерное устройство. При этом загрузка данных устройств готовыми кормосмесями осуществляется, как правило, из стационарного смесителя.

В работе за основу выбрана конструкция перемещающегося по подвесному пути автоматического кормового вагона [8], которая схематично изображена на рисунке 2. На рисунке указаны следующие параметры: A, B и H – соответственно длина, ширина и высота слоя кормосмеси в бункере кормового вагона (м); a и b – соответственно длина и ширина рабочей части выгрузного транспортера (м); $V_{кв}$, $V_{прод}$ и $V_{выг}$ – соответственно скорости кормового вагона, продольного и поперечного (выгрузного) транспортеров (м/с).

При обосновании параметров кормового вагона необходимо учитывать существующие технологии нормирования кормов животным, приведенные ниже.

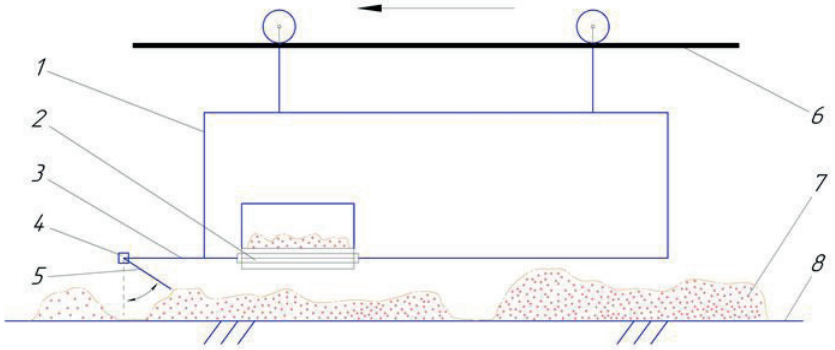
Традиционный подход – кормосмесь выдается животным согласно установленной норме выдачи по массе. По такому принципу работают широко распространенные мобильные кормораздатчики, где функцию нормирования кормосмеси в зависимости от ее остатков на кормовом столе частично выполняет механизатор путем изменения скорости движения раздатчика и т.д., и большинство автоматических систем кормления.



1 – поперечный (выгрузной) транспортер; 2 – битерный механизм; 3 – продольный транспортер
Рис. 2 – Схема кормового вагона: вид сверху (слева) и вид сбоку (справа)

Альтернативный подход – животные получают кормосмеси в соответствии с реальными потребностями. Такой принцип заложен в основу работы системы Lely Vector. [4,13]. В процессе движения вдоль кормового стола передвигающийся на шасси робот пододвигает корм животным и измеряет его высоту. В том случае, когда средняя высота слоя корма оказывается меньше установленного порогового значения, начинается процесс приготовления рациона для соответствующей группы животных, а затем он равномерно выдается животным.

Схожий принцип работы у автоматического кормового вагона с копирующим устройством (рис. 3) [8]. Во время движения кормового вагона вдоль кормового стола продольный транспортер подает установленную норму кормосмеси через битерный механизм на поперечный транспортер. При наличии остатков кормосмеси на кормовом столе копир отклоняется, воздействуя на переменный резистор и, соответственно, на включенный в цепь частотный преобразователь, в результате чего частота тока снижается, продольный транспортер замедляется, и норма выдачи уменьшается вплоть до полного прекращения подачи в местах, где корм не тронут. Таким образом, поддерживается установленное значение высоты слоя кормосмеси на кормовом столе, и исключается риск пересыпания ее в местах с низким уровнем поедаемости.



1 – бункер; 2 – поперечный (выгрузной) транспортер; 3 – раздвижная штанга; 4 – переменный резистор; 5 – раздвижной поворотный копир; 6 – подвесной путь; 7 – кормосмесь; 8 – кормовой стол
Рис. 3 – Схема работы автоматического кормового вагона с копирующим устройством

Результаты исследования

Для определения скорости $V_{прод}$ по имеющейся массе кормосмеси в бункере кормового вагона $M_к$ (кг) и установленной норме выдачи на одну голову $m_{гол}$ (кг/гол) воспользуемся условием:

за время $l_к / V_{кв}$ (с), в течение которого кормовой вагон покроет расстояние, равное длине одного кормоместа $l_к$ (м), необходимо выгрузить разовую норму выдачи кормосмеси $m_{гол}$ (кг/гол). Тогда отношение $M_к / m_{гол}$ должно быть равно отношению длины слоя кормосмеси в бункере кормового вагона к расстоянию, на которое сместится продольный транспортер за время $l_к / V_{кв}$. На основании данного условия получаем формулу для вычисления $V_{прод}$:

$$\frac{M_к}{m_{гол}} = \frac{A}{V_{прод} \cdot l_к / V_{кв}} \rightarrow V_{прод} = \frac{m_{гол} \cdot A \cdot V_{кв}}{M_к \cdot l_к}, \text{ м/с.} \quad (1)$$

Аналогичным образом решаем задачу определения скорости $V_{прод}$ по объему кормосмеси в бункере $v_к$ (м³) и установленной норме выдачи на одну голову vгол (м³/гол):

$$\frac{v_к}{v_{гол}} = \frac{B \cdot H \cdot A}{b_{сл} \cdot h_{сл} \cdot l_к} = \frac{A}{V_{прод} \cdot l_к / V_{кв}} \rightarrow V_{прод} = \frac{b_{сл} \cdot h_{сл} \cdot V_{кв}}{B \cdot H}, \text{ м/с, где} \quad (2)$$

$b_{сл}$ и $h_{сл}$ – соответственно ширина и высота формируемого слоя кормосмеси на кормовом столе, м.

Для согласования скорости поперечного транспортера $V_{выг}$ со скоростью продольного $V_{прод}$ задаемся условием равенства производительностей данных транспортеров:

$$Q_{прод} = Q_{выг} \rightarrow B \cdot H \cdot V_{прод} = b \cdot h_{max} \cdot V_{выг} \rightarrow V_{выг} = \frac{V_{прод} \cdot B \cdot H}{b \cdot h_{max}}, \text{ м}, \quad (3)$$

Для определения параметра h_{max} представим, что процесс подачи кормосмеси с продольного транспортера на поперечный протекает прерывисто и представляет собой последовательную цикличную смену двух состояний: подача кормосмеси на поперечный транспортер в течение промежутка времени Δt ⇨ движение поперечного транспортера в течение времени Δt (рис. 4).

За время $\Delta t = a / 10 \cdot V_{выг}$ (время, за которое поперечный транспортер сместится на расстояние Δx = a / 10) продольный транспортер сместится на расстояние во столько раз меньшее, во сколько раз скорость $V_{выг}$ больше $V_{прод}$, т.е. на расстояние $(a \cdot V_{прод}) / (10 \cdot V_{выг})$. При этом объем кормосмеси, поданной на выгрузной транспортер за время Δt, будет равен: $\Delta v = B \cdot H \cdot (a \cdot V_{прод} / 10 \cdot V_{выг})$. Этот же объем кормосмеси можно вычислить через параметры поперечного транспортера: $\Delta v = a \cdot b \cdot \Delta h$. Отсюда получаем формулу для вычисления Δh:

$$\Delta h = \frac{B \cdot H \cdot V_{прод}}{10 \cdot b \cdot V_{выг}}, \text{ м.}$$

Умножив данное выражение на 10, мы получим формулу для вычисления параметра h_{max}, вытекающую из формулы (3). Таким образом, значение параметра hmax соответствует высоте слоя кормосмеси, падающей с выгрузного транспортера при установившемся режиме его работы.

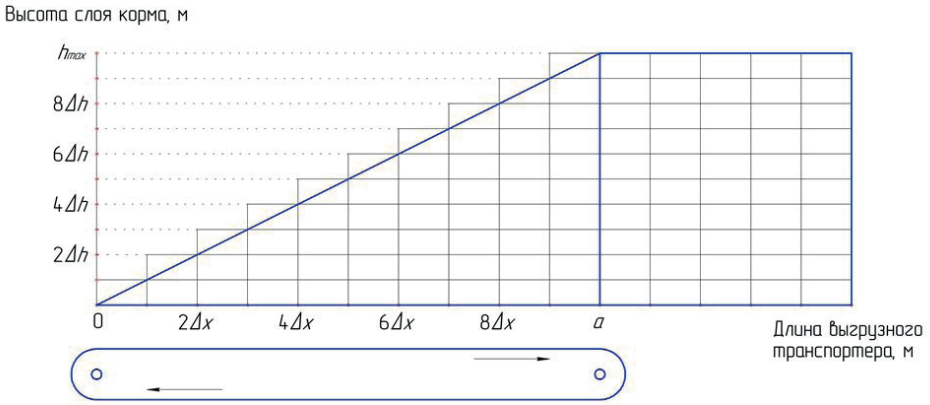


Рис. 4 – Формируемый слой на поперечном (выгрузном) транспортере

Для возможности вычисления скорости $V_{выг}$ по формуле (3) задаемся условием: во избежание заторов на выгрузном транспортере принимаем допустимое значение параметра h_{max} при максимально возможной норме выдачи, например h_{max} = 0,4 м.

Таким образом, пользуясь формулой (3), мы определяем оптимальную скорость движения поперечного транспортера $V_{выг}$, предварительно вычислив максимально возможную скорость движения продольного транспортера $V_{прод}$ по формуле (1) или (2).

Выводы

Использование предложенной методики позволяет рассчитывать скорости продольного и поперечного транспортеров при проектировании автоматических кормовых вагонов предложенной конструкции. При этом рассмотрены две технологии, применяемые при нормировании кормосмесей животным: норма выдачи устанавливается по массе (кг/гол), а также по объему (м^3/гол) с учетом реальных потребностей животных. Дальнейшему исследованию подлежит вопрос аналитического обоснования положения копира (его длины и вылета относительно поперечного транспортера) для различных возможных производственных условий.

Список литературы

1. Купреенко, А. И. Автоматические системы кормления на молочных фермах КРС / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Вестник Брянской ГСХА. - 2018. - № 3 (67). - С. 32–37.
2. Купреенко, А. И. Эксплуатация автоматического кормовагона на молочной ферме / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Сельский механизатор. - 2018. - № 6. - С. 32-33, 40.
3. Купреенко, А. И. Повышение эффективности использования автоматических систем кормления КРС на примере КФХ «Лопотов А.Н.» / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Вестник ВНИИМЖ. - 2018. - №2(30). - С. 138-142.
4. Купреенко, А. И. Автоматизация приготовления и раздачи кормов на примере ООО «Родниковое поле» / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики: сборник материалов :I Международной научно-практической конференции. - Брянск, 2019. - С. 49-54.
5. Купреенко, А. И. Обобщенный граф состояний автоматического кормовагона при обслуживании технологических групп животных / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Вестник ВИЭСХ. - 2018. - №2(31). - С. 63-67.

6. Купреенко, А. И. Решение системы уравнений Колмогорова для обобщенного графа состояний автоматического кормового вагона / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Вестник Брянской ГСХА. - 2019. - № 1(71). - С. 56–68.

7. Купреенко, А. И. Выбор режима работы автоматического кормовагона типа DeLaval RA135 / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ. - Брянск, 2018. - С. 10-17.

8. Автоматический кормовой вагон: пат. 187639 РФ. № 2018141014 / Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М., Безик Д.А.; заявл. 21.11.18; опубл. 14.03.19, Бюл. № 8.

9. Da Borso F., Chiumenti A., Sigura M., Pezzuolo A. Influence of Automatic Feeding Systems on Design and Management of Dairy Farms. Journal of Agricultural Engineering. 2017, N 1s(48), pp. 48-52. DOI: 10.4081/jae.2017.642.

10. Oberschätzl-kopp R., Haidn B., Peis R., Reiter K., Bernhardt H. Effects of an Automatic Feeding System with Dynamic Feed Delivery Times on the Behaviour of Dairy Cows. Proc. of CIGR-AgEng Conference, Aarhus, Denmark. 2016, pp. 1-8.

11. Oberschätzl R., Haidn B., Neiber J., Neser S. Automatic Feeding Systems for Cattle – A Study of the Energy Consumption of the Techniques. Proc. of XXXVI CIOSTA CIGR V Conference, Saint Petersburg. 2015, pp. 1-9.

12. Bisaglia C., Belle Z., Van den Berg G., Pompe J. Automatic vs. Conventional Feeding Systems in Robotic Milking Dairy Farms: a Survey in the Netherlands. Proc. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng, Valencia. 2012, pp. 100-104.

13. Tangorra F.M., Calcante A. Energy Consumption and Technical-Economic Analysis of an Automatic Feeding System for Dairy Farms: Results from a Field Test. Journal of Agricultural Engineering. 2018, N 4(49), pp. 228-232. DOI:10.4081/jae.2018.869.

TO THE SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF AN AUTOMATIC FEED WAGON

Kupreenko Alexey I., *doctor of technical sciences, associate professor, professor at the department of technological equipment in the livestock breeding and processing plants, kupreenkoai@mail.ru*

Isaev Кнafiz Mubariz-ogly, *candidate of economical sciences, associate professor, associate professor at the department of technological equipment in the livestock breeding and processing plants, haf-is@mail.ru*

Mikhailichenko Stanislav M., *post-graduate student at the department of technological equipment in the livestock breeding and processing plants, S.M.Mikhailichenko@yandex.ru*

Bryansk State Agrarian University

Currently, a promising technology for feeding cattle is the use of automatic feeding systems (AFS), the function of distribution of TMR in which automatic feed wagons (feed wagons), mainly of a suspended type, perform. The purpose of the study is the development of methods for determining the constructive and technological parameters of the feed wagon of the considered structure. The paper reviewed existing solutions from 17 companies engaged in the production of AFS. Basically, these technologies are common in Germany, Austria, the Netherlands and Scandinavian countries. Based on this review, the main features that distinguish the feed wagons on the market are highlighted. It has been established that the most common technology is the use of suspended feed wagons, whose design includes longitudinal and transverse conveyors and a beater device, and loading of finished feed mixtures is carried out from a stationary TMR mixer. A schematic representation of the design of the feed wagon, taken as the basis for the calculations, is presented. The existing technologies for rationing TMR to animals by weight (kg / cow), as well as by volume (m^3 / cow) are described. Examples of their implementation are given, and a description is given of the principle of operation of the systems allowing distribution to be carried out taking into account the real needs of animals and the actual presence of TMR on the feeding table. Formulas have been obtained that allow determining the speed of movement of the longitudinal conveyor for each of the considered rationing technologies, and the formula for relating this speed to the speed of movement of the transverse (unloading) conveyor. The process of formation of the TMR layer on the transverse conveyor is considered in detail. Using the proposed method allows to calculate the speed of the longitudinal and transverse conveyors when the feed wagons of the proposed structure are designed.

Key words: *feeding cattle, rail-guided feed wagon, conveyer speed, feeding norm.*

Literatura

1.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Avtomaticheskie sistemy kormleniya na molochnyh fermah KRS // Vestnik Bryanskoj GSKHA. 2018. № 3(67). S. 32–37.

2.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Ekspluataciya avtomaticheskogo kormovagona na molochnoj ferme // Sel'skij mekhanizator. 2018. № 6. S. 32-33, 40.

3.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya avtomaticheskih sistem kormleniya KRS na primere KFH "Lopotov A.N." // Vestnik VNIIMZH. 2018. №2(30). S. 138-142.

4.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Avtomatizaciya prigotovleniya i razdachi kormov na primere OOO "Rodnikovoe pole" // Novye informacionnye tekhnologii v obrazovanii i agrarnom sektore ekonomiki: sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Bryansk, 2019. S. 49-54.

5.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Obobshchennyj graf sostoyanij avtomaticheskogo

kormovagona pri obsluzhivanii tekhnologicheskih grupp zhivotnyh // Vestnik VIESKH. 2018. №2(31). S. 63-67.

6.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Reshenie sistemy uravnenij Kolmogorova dlya obobshchennogo grafa sostoyanij avtomaticheskogo kormovogo vagona // Vestnik Bryanskoj GSKHA. 2019. № 1(71). S. 56–68.

7.Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M. Vybor rezhima raboty avtomaticheskogo kormovagona tipa DeLaval RA135 // Konstruirovanie, ispol'zovanie i nadezhnost' mashin sel'skohozyajstvennogo naznacheniya: sbornik nauchnyh rabot. Bryansk, 2018. S. 10-17.

8.Automatic feed wagon: pat. 187639 RF. № 2018141014 / Kupreenko A.I., Isaev KH.M., Mikhailichenko S.M., Bezik D.A.; zayavl. 21.11.18; opubl. 14.03.19, Byul. № 8.

9.Da Borso F., Chiumenti A., Sigura M., Pezzuolo A. Influence of Automatic Feeding Systems on Design and Management of Dairy Farms. Journal of Agricultural Engineering. 2017, N 1s(48), pp. 48-52. DOI: 10.4081/jae.2017.642.

10.Oberschätzl-kopp R., Haidn B., Peis R., Reiter K., Bernhardt H. Effects of an Automatic Feeding System with Dynamic Feed Delivery Times on the Behaviour of Dairy Cows. Proc. of CIGR-AgEng Conference, Aarhus, Denmark. 2016, pp. 1-8.

11.Oberschätzl R., Haidn B., Neiber J., Neser S. Automatic Feeding Systems for Cattle – A Study of the Energy Consumption of the Techniques. Proc. of XXXVI CIOSTA CIGR V Conference, Saint Petersburg. 2015, pp. 1-9.

12.Bisaglia C., Belle Z., Van den Berg G., Pompe J. Automatic vs. Conventional Feeding Systems in Robotic Milking Dairy Farms: a Survey in the Netherlands. Proc. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng, Valencia. 2012, pp. 100-104.

13.Tangorra F.M., Calcante A. Energy Consumption and Technical-Economic Analysis of an Automatic Feeding System for Dairy Farms: Results from a Field Test. Journal of Agricultural Engineering. 2018, N 4(49), pp. 228-232. DOI:10.4081/jae.2018.869.

УДК 633.13: 666.64.016.7

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВСА

ФЕДОТОВА Мария Юрьевна, *аспирант кафедры агрономии и агротехнологий, qweru_1983@mail.ru*

ВИНОГРАДОВ Дмитрий Валериевич, *д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой агрономии и агротехнологий vdv-rz@rambler.ru*

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

В статье представлены исследования качественных показателей зерна овса. Целью исследований явилось изучение влияния совместного применения удобрений и предпосевной обработки семян овса регулятором роста Эмистим, Р на качественные показатели зерна. Объект исследования: посевы овса районированного сорта Скакун на серой лесной тяжелосуглинистой почве Рязанской области. В настоящее время применение стимуляторов роста семян сельскохозяйственных культур приобретает все большую актуальность в России и зарубежных странах, так как способствует в конечном итоге повышению эффективности сельскохозяйственного производства. Значительный экспериментальный материал, имеющийся в научной литературе, позволяет утверждать, что большинство агроприёмов оказывают влияние не только на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и на качество получаемой продукции. На физические свойства зерна овса в большей мере, чем на другие зерновые культуры оказывают влияние дозы и сочетание удобрений, а также погодные условия в последние периоды созревания зерна. Выявлено, что совместное применение минерального питания и предпосевной обработки семян регулятором роста Эмистим, Р в дозе 1 мл/т на серых лесных почвах кроме повышения урожайности даёт положительный прирост такого показателя овса как натура зерна, и практически не влияет на величины показателей качества – пленчатость, содержание белка и сырого жира. При применении только предпосевной обработки семян овса регулятором роста Эмистим, Р в разных дозах, менее выражен положительный эффект по урожайности и показателям качества даже по сравнению с контрольным вариантом. Превалирующее влияние на показатели качества зерна овса оказывает минеральное питание и тепловлагообеспеченность растений в вегетационный период.

Ключевые слова: *овёс, удобрения, регулятор роста, предпосевная обработка, качество зерна.*

Введение

В настоящее время применение стимуляторов роста семян сельскохозяйственных культур приобретает все большую актуальность в России и зарубежных странах, так как способствует в конечном итоге повышению эффективности сельскохо-

© Федотова М. Ю., Виноградов Д. В., 2019 г.

зяйственного производства.

Значительный экспериментальный материал, имеющийся в научной литературе, позволяет утверждать, что большинство агроприёмов оказывают влияние не только на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и на качество получаемой продукции. Исследователями и практическими работниками установлено, что с повышением качества зерна повышается эффективность его производства, снижаются затраты на хранение, и из него можно получить больший ассортимент доброкачественных продуктов.

Множество факторов оказывают влияние на качество любого зерна сельскохозяйственных культур. Основные из них: погодные условия, приемы обработки почв, предшественники, удобрения, селекция, нормы, сроки и способы посева, вредители, болезни и сорняки, величина урожая, способы и сроки уборки, послеуборочная обработка зерна.

На физические свойства зерна овса в большей мере, чем на другие зерновые культуры, оказывают влияние дозы и сочетание удобрений, а также погодные условия в последние периоды созревания зерна. Оптимальным показателем тепловлагообеспеченности сельскохозяйственных растений соответствует ГТК по Г.Т. Селянинову, равный 1,2-1,6.

При достаточном многообразии имеющихся данных о влиянии различных факторов на качество урожая нами не обнаружено сведений о влиянии на качество зерна овса совместного применения удобрений и регуляторов роста растений на серых лесных почвах Нечерноземья.

Исходя из сказанного, цель наших исследований – изучить влияние применения удобрений и предпосевной обработки семян овса сорта Скакун регулятором роста Эмистим, Р на качественные показатели зерна, выращиваемого на серых лесных почвах.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования был взят овес яровой (Avena sativa) районированного сорта Скакун, выращиваемый на серой лесной тяжелосуглинистой почве Рязанской области.

Исследования проводили в 2016-2018 гг. в условиях Нечерноземной зоны России, на поле опытной агротехнологической станции Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева (далее РГАТУ), Рязанской области.

Наблюдения и исследования в опыте проводили в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [4]. Учётная площадь каждой делянки составила 84 м^2. Агротехника – общепринятая для Нечерноземной зоны России.

Посев овса проводили в третью декаду апреля, норма высева – 5 млн шт. всхожих семян/га. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию. Посев семян овса проводился на глубину 3-4 см, сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см. Удобрения вносились в соответствии с расчетными нормами потребности овса и опытного участка, в дозе $N_{135}P_{135}K_{75}$.

Использовали аммиачную селитру, суперфосфат, хлористый калий.

Предпосевная обработка семян овса регулятором роста Эмистим, Р осуществлялась разными дозами и в различных сочетаниях с применяемым минеральным питанием растений.

Схема полевого опыта включала следующие варианты:

1) контроль – без внесения минеральных удобрений;

2) минеральные удобрения (без предпосевной обработки Эмистим, Р);

3) минеральные удобрения + известь (без предпосевной обработки Эмистим, Р);

4) предпосевная обработка семян Эмистим, Р в дозе 1 мл/т (без внесения минеральных удобрений);

5) предпосевная обработка семян Эмистим, Р в дозе 0,75 мл/т (без внесения минеральных удобрений);

6) предпосевная обработка семян Эмистим, Р в дозе 0,5 мл/т (без внесения минеральных удобрений);

7) минеральные удобрения + предпосевная обработка семян Эмистим, Р в дозе 1 мл/т;

8) минеральные удобрения + известь+ предпосевная обработка семян Эмистим, Р в дозе 1 мл/т.

Отбор проб зерна овса для исследований осуществляли в соответствии с методикой, рекомендуемой ГОСТ 13586.3-2015 [7]. Определение натуры зерна – по ГОСТ 10840-2017 [8] и его плёнчатости – по ГОСТ 10843-76 [9] проводили в лабораториях кафедр РГАТУ.

Качественные показатели зерна овса – белок и сырой жир определяли в лаборатории государственной Станции агрохимической службы «Рязанская».

Экспериментальная часть

За годы проведённых исследований метеоусловия вегетационных периодов овса сложились следующим образом: 2016 г. характеризовался как влажный со слегка увеличенным температурным режимом (ГТК – 1,49), 2017 г. – влажный и прохладный (ГТК –1,57), 2018 г. – засушливый с увеличенным температурным режимом (ГТК – 0,64).

Результаты проведенных исследований зависимости качественных показателей овса от рассматриваемых вариантов сочетания минерального питания и предпосевной обработки регулятором роста Эмистим, Р представлены в таблице.

Таблица – Показатели урожайности и качества зерна овса в зависимости от вариантов обработки, среднее 2016-2018г.г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Натура, г/л	Пленчатость, %	Белок, %	Сырой жир, %
Контроль	28,6	469,8	21,4	12,2	4,2
Минеральные удобрения	37,7	484,6	23,0	15,0	4,1

Продолжение таблицы

Минеральные удобрения + известь	36,4	480,9	24,0	14,9	4,0
Эмистим, Р, 1 мл/т	33,5	482,8	22,5	14,3	4,1
Эмистим, Р, 0,75 мл/т	31,3	467,8	22,8	13,3	4,1
Эмистим, Р, 0,5 мл/т	29,8	462,7	21,9	12,3	4,1
Минеральные удобрения + Эмистим, Р,1 мл/т	39,4	470,5	23,5	14,9	4,2
Минеральные удобрения + известь + Эмистим, Р,	37,1	487,0	23,6	14,8	4,1
$НСР_{05}$, ц/га, урожайность, 2016 - 6,8; 2017 - 3,7; 2018 - 2,5					

В целом по всем вариантам опыта за период исследований максимальная урожайность овса (39,4 ц/га) отмечена у варианта с внесением минеральных удобрений и предпосевной обработкой семян Эмистим, Р в дозе 1 мл/т, что выше контрольного варианта на 38%. По сравнению с вариантом, сочетающим минеральные удобрения и предпосевную обработку регулятором роста Эмистим, Р в дозе 1 мл/т, влияние только минеральных удобрений на формирование показателей урожайности ниже на 6%, а влияние предпосевной обработки Эмистим, Р в дозе 1 мл/т без внесения минеральных удобрений ниже на 14%. Применение извести отрицательно сказалось на показателях урожайности овса, снижая её относительно вариантов опыта без извести на 27%. Наименьшее значение показателя по урожайности (29,8 ц/га) отмечен у варианта с предпосевной обработкой Эмистим, Р в дозе 0,5 мл/т без внесения удобрений, что незначительно (на 4%) отличается от контроля.

По результатам трехлетних исследований (табл.) натура зерна отмечена выше базисного уровня (460 г/л), регламентированного ГОСТ 28673-90 [10], в 2016 и 2017 годах. В 2018 году по всем вариантам данный показатель был ниже базисного уровня из-за засушливого, жаркого лета. Максимальные значения данного показателя по сравниваемым годам наблюдались по всем вариантам опыта в 2017 году (влажном и прохладном).

Как следует из средних за три года данных по показателю натура зерна, все исследуемые варианты превышают нормативное значение. В среднем, наибольшее значение данного показателя (487 г/л) отмечается на варианте минеральные удобрения + известь + Эмистим, Р в дозе 1 мл/т, что на 3,7% выше контрольного варианта (469,8 г/л). Наименьшее значение показателя натура зерна (462,7 г/л) выявлено на варианте с предпосевной обработкой зерна овса Эмистим, Р в дозе 0,5 мл/т без внесения минеральных удобрений, что незначительно (на 1,5%) меньше контрольного варианта. Как видим из данных таблицы, предпосевная обработка овса применяемым регулятором роста в дозах 0,75 и 0,5 мл/т без внесения удобрений дает показатели натуры зерна близкие к контрольному варианту (соответственно меньше на 0,4 и 1,5%), кроме варианта, на котором предпосевная обработка семян осуществлялась препаратом Эмистим, Р в дозе 1 мл/т (на 2,7% выше контрольного).

Плёнчатость зёрен овса в действующих стандартах не нормируется и условно базисной по качеству считается овёс с плёнчатостью 27% [4]. С повышением плёнчатости снижается качество овса. Отметим меньшую плёнчатость зерна овса в 2016 году, влажном и теплом.

В среднем, все исследуемые варианты имеют значение показателя плёнчатости ниже условно базисного. В среднем, минимальная плёнчатость зерна овса (21,9%) исследуемого сорта Скакун отмечена на варианте с предпосевной обработкой зерна овса Эмистим, Р в дозе 0,5 мл/т, что близко к контрольному варианту (на 0,5% выше). Максимальная плёнчатость зерна овса (23,6%) отмечена на варианте минеральные удобрения + известь + Эмистим, Р в дозе 1 мл/т, что на 2,2% выше контрольного. В целом применение предпосевной обработки семян овса регулятором роста Эмистим, Р в проведённом опыте снижает (на 0,5%) плёнчатость зерна относительно других исследуемых вариантов.

Наибольшая пленчатость по вариантам отмечена в 2017 году (влажном и прохладном), наименьшая – в 2018 году (сухом и жарком).

Известно, что показатели по содержанию белка у разных сортов овса колеблются в пределах 9-19,5% [2]. В среднем за три года, во всех исследуемых вариантах показатели по содержанию белка были близки к его средним значениям. Максимальное значение данного показателя (15%) в проведённом опыте получено на варианте только с применением минеральных удобрений, что на 3,2% выше контрольного варианта. Минимальные показатели по содержанию белка (соответственно 14,3; 13; 12,3%) получены на вариантах с предпосевной обработкой семян овса регулятором роста в разных дозах, что выше контрольного варианта (от 2,1 до 0,1%), но ниже показателей остальных исследуемых вариантов опыта. Можно отметить по результатам исследований, что применение извести и регулятора роста в сочетании с минеральным питанием снижает (на 0,1-0,2%) содержание белка в зерне овса, в сравнении с вариантом оптимального минерального питания.

Содержание сырого жира в зернах овса колеблется в пределах 3-11% и в основном зависит от сорта овса и годового увлажнения [4].

В рассматриваемые годы данный показатель по исследуемым вариантам наибольший в 2018 году (сухом и жарком), а наименьший отмечен на вариантах 2016 года (влажного и тёплого).

По всем исследуем вариантам значения по данному показателю (табл.) находятся в пределах средних данных по овсу. Можно отметить максимальное значение данного показателя (4,2%) на варианте – минеральные удобрения + Эмистим, Р, в дозе 1 мл/т, что совпадает с контрольным вариантом. На всех остальных вариантах проведённого опыта не отмечено значимых различий по данному показателю с контролем (разница в пределах 5%).

Заключение

Проведенные исследования выявили следующее. В среднем за три года совместное применение минерального питания и регулятора роста Эмистим, Р в дозе 1 мл/т даёт максимальную урожайность (39,4 ц/га), увеличивает натуру зерна овса на 3,7% относительно контрольного варианта, что на 0,5% выше данного показателя у варианта только с минеральным питанием. Как выяснилось, все исследуемые варианты минерального питания в сочетании с регулятором роста Эмистим, Р незначительно (на 0,5-2,2%) увеличивают плёнчатость овса. На рост содержания белка в зерне овса решающее влияние оказывает оптимальное минеральное питание, а его сочетание с известью и регулятором роста незначительно, в пределах ошибки опыта (на 0,1-0,2%) снижает данный показатель. На содержание сырого жира в зернах овса наибольшее влияние оказывает генетический потенциал сорта и годовое увлажнение, значимых отличий данного показателя от контроля при сочетании минерального питания с предпосевной обработкой семян препаратом Эмистим, Р не отмечено.

Применение только предпосевной обработки семян овса регулятором роста Эмистим, Р в разных дозах даёт определённый положительный эффект по урожайности и менее ощутимый по показателям качества, по сравнению с контрольным вариантом. Превалирующее влияние на исследуемые показатели качества зерна овса оказывает минеральное питание и тепловлагообеспеченность растений в вегетационный период.

Список литературы

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. - 351 с.
2. Курчевский, С. М. Улучшение малопродуктивных супесчаных дерново-подзолистых почв при внесении органоминеральных удобрений и микробиологической добавки / С. М. Курчевский, Д.В. Виноградов [Текст] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2014. - № 1 (21). - С. 47-51.
3. Практикум по земледелию [Текст] : учебное пособие / А. С. Мастеров, Д. В. Виноградов, М.В. Потапенко, С. И. Трапков, П. Н. Балабко, Е. И. Лупова. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – 256 с.
4. Митрофанов, А. С. Овес [Текст] / А. С. Митрофанов, В. С. Митрофанова. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Колос, 1972. – 269 с.
5. Продуктивность овса при совместном применении удобрений и регуляторов роста [Текст] / М. Ю. Федотова, Д. В. Виноградов, Г. Д. Гогмачадзе, П. Н. Балабко // АгроЭкоИнфо. - 2017. -№ 4 (30). - С. 6.
6. Федотова, М. Ю. Совершенствование технологии возделывания овса [Текст] / М. Ю. Федотова, Д. В. Виноградов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сборник статей по материалам XI Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2018. - С. 296-299.
7. ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.
8. ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения натуры.
9. ГОСТ 10843-76 Зерно. Метод определения пленчатости.
10. ГОСТ 28673-90 Овес. Требования при заготовках и поставках.

EFFECT OF FERTILIZER APPLICATION AND GROWTH REGULATOR ON OAT PRODUCTIVITY

Fedotova Marya Yu., *Postgraduate Student, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, qweru_1983@mail.ru*

Vinogradov Dmitry V., *doctor of biological science, full professor, Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, vdvrzn@mail.ru*

This article introduced a study of quality indicators of oat grain. The aim of the research was to study the effect of the combined use of fertilizers and pre-sowing treatment of oat seeds by the growth regulator Emistim, P on the quality of grain. Object of study: oat crops released varieties Skakun on grey forest heavy loam soil in Ryazan region. Currently, the use of growth promoters of seeds of agricultural crops is becoming increasingly important in Russia and leading foreign countries, as it ultimately contributes to the efficiency of agricultural production. Significant experimental material available in the scientific literature suggests that the majority of agricultural practices have an impact not only on increasing crop yields, but also on the quality of the products. On the physical properties of oat grain to a greater extent than other crops are influenced by doses and combinations of fertilizers, as well as weather conditions in recent periods of grain ripening. It was found that the combined use of mineral nutrition and pre-sowing seed treatment by the growth regulator Emistim, P at a dose of 1 ml/ha on gray forest soils, in addition to increasing the yield, gives a positive increase in such an indicator of oats as the nature of grain and practically does not affect the values of quality indicators – filth,

protein content and crude fat. When using only presowing treatment of oat seeds with growth regulator Emistim, R in different doses, the positive effect on yield and quality indicators is less noticeable, even compared to the control option.mineral nutrition and heat and moisture supply of plants during the growing season have a predominant influence on the quality of oat grain.

Key words: *oats, fertilizers, grown regulator, presowing treatment, grain quality, Ryazan region.*

Literatura

1. Dospehov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniyi).5-e izd., dop I pererab. [Tekst] / B.A. Dospehov – M: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

2. Kurchevskyi, S.M. Uluchshenie maloproduktivnyh supeschanyh dernovo-podzolistuh pochv pri vnesenii organomineralnyh udobrenyi i microbiologicheskoi dobavki / S.M. Kurchevskyi, D.V. Vinogradov [Tekst] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2014. № 1 (21). S. 47-51.

3. Masterov, A.S. Praktikum po zemledeliyu. Uchebnoe posobie [Tekst] / A.S. Masterov,D.V. Vinogradov, M.V. Potapenko, S.I. Trapkov, P.N. Balabko, E.I. Lupova // Ryazan, FGBOU VO RGATU, 2018. – 256 s.

4. Mitrofanov, A.S. Oves. Izd. 2-e, pererab. [Tekst] / A.S. Mitrofanov, V.S. Mitrofanova // M: Kolos, 1972. – 269 s.

5. Fedotova, M.Yu. Productivnost ovsa pri sovmestnom primenenii udobrenyii i regulyatorov rosta [Tekst] / M.Yu. Fedotova, D.V. Vinogradov, G.D. Gogmachadze, P.N. Balabko // AgroEkoInfo. 2017. № 4 (30). S. 6.

6. Fedotova, M.Yu. Sovershenstvovanie tehnologii vozdelyvaniya ovsa / M.Yu. Fedotova, D.V. Vinogradov [Tekst] // V sbornike: Tehnologicheskie aspekty vozdelyvaniya selskohozyaistvennyh kultur. Sbornik statei materialam XI Mezdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferenczii. 2018. S. 296-299.

7. GOST 13586.3-2015 Zerno. Pravila priemki i metody otbora prob.

8. GOST 10840-2017 Zerno. Metod opredeleniya natury.

9. GOST 10843-76 Zerno. Metod opredeleniya plenchatosty.

10. GOST 28673-90 Oves. Trebovaniya pri zagotovkah i postavkah.

ДОМОКЕЕВА ЛЮДМИЛА ИВАНОВНА

Домокеева Людмила Ивановна родилась 23 августа 1949 года в ст. Хада-Булак Оловяннинского района Читинской области в семье военнослужащего. Людмила Ивановна только закончила первый класс, когда семья переехала в Рязань и дальнейшее обучение она продолжила уже здесь. После окончания школы поступила в Рязанский радиотехнический институт на факультет автоматики и телемеханики, который окончила по специальности «Информационно-измерительная техника» и в 1972 году была направлена на работу в Чувашскую АССР на завод измерительных приборов.

Вернувшись в 1975 году в г. Рязань, продолжила свою трудовую деятельность в конструк-торское бюро «Глобус». После этого – в отраслевой лаборатории «Физика и технология пленок» при кафедре «Полупроводники и диэлектрики» Рязанского радиотехнического института.

С 1990 года работает в Рязанском государственном агротехнлогическом университете сначала ассистентом, затем старшим преподавателем на кафедрах «Экономическая кибернетика», «Информационные технологии в экономике». После создания в 2015 году объединенной кафедры «Бизнес-информатика и прикладная математика» Домокеева Л.И. преподавала на этой кафедре такие дисциплины, как информатика, информационные технологии (в различных отраслях), математическое моделирование в сельском хозяйстве и др. Ею разработаны учебно-методические материалы по всем преподаваемым дисциплинам. По мере приобретения и внедрения в учебный процесс новых информационных технологий изучала их свойства и приемы работы с ними, что позволяло впоследствии гибко использовать материал с учетом особенностей конкретных планов и программ, а также принятых форм и методов обучения. Долгие годы в университете Людмила Ивановна занималась общественной работой, была секретарем совета экономического факультета, ежегодно со студентами выезжала на сельскохозяйственные работы в качестве руководителя студенческих бригад.

В настоящее время работает в должности инженера кафедры.

За годы плодотворной работы проявила себя как грамотный специалист, человек с неиссякаемой энергией, твердыми принципами и убеждениями. Ее отзывчивость и душевная теплота, и, вместе с тем, требовательность в решении проблем и поставленных задач вызывают уважение и являются примером для коллектива.

Пройден большой и славный путь, сменилось не одно поколение студентов, которым были отданы силы и знания. Много труда и энергии вложено в развитие университета.

Коллектив кафедры и сотрудники университета от всей души поздравляют Людмилу Ивановну с юбилеем, и желает крепкого здоровья, душевной гармонии и оптимизма, счастья, добра и благополучия.

САВИНА ОЛЬГА ВАСИЛЬЕВНА

9 сентября 2019 г. доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры «Маркетинг и товароведение» Савиной Ольге Васильевне исполняется 60 лет.

Ольга Васильевна работает в РГАТУ 23 года, из которых более 15 лет – на кафедре товароведения и экспертизы, которая в 2017 г. преобразована в кафедру маркетинга и товароведения. За эти годы проявила себя как большой ученый и профессионал в области товароведения и экспертизы товаров. Она имеет хорошо налаженные творческие связи с научным сообществом товароведов России, где пользуется заслуженным авторитетом.

За эти годы Ольгой Васильевной накоплен огромный научный и педагогический потенциал: в ее активе значительное количество научных исследований в области хранения, переработки и товароведения сельскохозяйственной продукции. В 2009 г. Савина О.В. защитила докторскую диссертацию на тему: «Научное обоснование и разработка новых приемов возделывания и хранения картофеля, предназначенного для промышленной переработки и продовольственных целей»; под её руководством подготовлено и защищено пять кандидатских диссертаций. Материалы научных исследований Савиной О.В. изложены в 155 статьях, опубликованы 4 монографии, защищен патент на изобретение; издано 7 учебных пособий с грифами УМО.

Общий трудовой стаж Савиной О.В. составляет 38 лет. Грамотный педагог, она успешно совмещает при проведении занятий теоретический материал и приемы практической работы товароведа. Требовательный педагог, отзывчивый и чуткий человек, она обладает адаптивным стилем поведения, старается создать вокруг себя доброжелательную обстановку, чем вызывает заслуженное уважение студентов и коллег.

Ольга Васильевна – незаменимый человек при проведении профориентационной работы, она на всех уровнях активно продвигает информацию о важной деятельности товароведов – экспертов в области продовольственной безопасности, оказывая бескорыстную и действенную помощь молодому поколению.

От всего сердца коллектив кафедры маркетинга и товароведения поздравляет Вас, Ольга Васильевна, с днем рождения. Желаем Вам как энергичному, чуткому человеку и яркой личности крепкого здоровья, творческого вдохновения, большого человеческого счастья, благополучия, мира и согласия в Вашей семье. Пусть в успехе дел, которые вы начали, будут залогом энергичность, целеустремленность и желание достичь новых высот.

НЕФЕДОВА СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА

4 августа 2019 г. доктору биологических наук, профессору кафедры зоотехнии и биологии С.А. Нефедовой исполнилось 50 лет, 23 из которых она работает в нашем вузе. За эти годы Светлана Александровна проявила себя как ученый-профессионал в области экологии и биологии. Она совместила в себе качества перспективного, востребованного ученого и глубоко образованного, воспитанного, мудрого преподавателя, являющего примером для молодого поколения. За эти годы ею накоплен большой научный потенциал. Юбиляр имеет 130 публикаций, в том числе 3 монографии и 4 учебных пособия. В течение 23 лет педагогической работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П. А. Костычева вначале в качестве ассистента, затем старшего преподавателя, доцента и профессора Светлана Александровна передает свои теоретические и практические знания студентам, а также слушателям дополнительных профессиональных программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, являясь директором академии пчеловодства и современных биотехнологий. Коллектив кафедры, сотрудники университета, студенты отмечают высокий уровень ее знаний, умение выдвигать новые идеи и эффективно решать исследовательские задачи. Ее лекционные и практические занятия всегда вызывают большой интерес у обучающихся, поскольку носят инновационный характер и всегда наполнены современным материалом. С.А. Нефедова пользуется заслуженным авторитетом и уважением среди аспирантов, вокруг нее всегда команда молодых ученых, занимающихся научными экспериментами, грантами и конкурсами. Светлана Александровна снискала уважение не только как опытный педагог и большой ученый. Окружающие отмечают её порядочность, отзывчивость, честность, дружелюбие, позитивный настрой и оптимизм.

Коллектив кафедры зоотехнии и биологии, сотрудники университета поздравляют с днём рождения великолепного учёного. От всей души желают неутомимых сил и большого энтузиазма, великих достижений и значительных успехов, почёта и уважения, всеобщего признания и перспективных предложений, жизненной энергии и бодрости, искреннего счастья и крепкого здоровья.

ШКАПЕНКОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ

20 июля 2019 г. доктору экономических наук, профессору Шкапенкову С.И. исполняется 65 лет. За эти годы Сергей Иванович проявил себя как ученый-профессионал в области экономики, финансов, менеджмента. Он совместил в себе качества именитого ученого и глубоко образованного, воспитанного, мудрого Человека. За эти годы им накоплен большой научный потенциал. Юбиляр имеет 173 публикации, в том числе 5 монографий и 8 книг. Сергей Иванович имеет большой практический опыт – общий стаж работы составляет 50 лет, из них 30 лет – педагогический. Много лет, работая в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П. А. Костычева в качестве декана экономического факультета, заведующего кафедрой «Финансы и кредит», юбиляр передает свои теоретические и практические знания и опыт молодому поколению. За эти годы ученый снискал глубокое уважение и любовь студентов, сотрудников университета. Нельзя не отметить высокие человеческие качества Сергея Ивановича – его порядочность, честность, человечность, понимание сложившейся ситуации и выход из нее с оптимальным и правильным решением. Сергей Иванович пользуется заслуженным авторитетом и уважением в студенческой среде, его лекционные и практические занятия носят познавательный характер и всегда вызывают большой интерес у студентов. Нельзя не отметить активную жизненную позицию этого человека, который всегда придет на помощь, поддержит словом и делом всех, кому это жизненно необходимо. Все, кто знает Сергея Ивановича, отмечают его искренность, порядочность, принципиальность и, в то же время, доброту. Имя Шкапенкова Сергея Ивановича занимает достойное и заслуженное место в «Золотом фонде» сотрудников и ученых университета. Юбиляр проводит большую общественную работу, оказывая бескорыстную и действенную помощь заведующим кафедр, деканам, руководству университета. Многие из выпускников Сергея Ивановича работают на ответственных должностях в федеральных и региональных органах власти и управления и вспоминают его с огромной теплотой и любовью. Наш юбиляр – это неиссякаемый источник жизненного оптимизма, неуспокоенности на достигнутом, всегда идущий в ногу со временем, а очень часто и опережая его. Коллектив кафедры маркетинга и товароведения желает уважаемому Сергею Ивановичу здоровья, трудовых успехов, жизненного оптимизма, всегда сохранять бодрость духа и неиссякаемую энергию творчества.

ЯШИНА ВАЛЕНТИНА ВАСИЛЬЕВНА

17 августа 2019 года отметила свой юбилей Яшина Валентина Васильевна. В 1979 году она окончила Богородицкий сельскохозяйственных техникум, получив дипломом с отличием. В том же году поступила в Московскую ветеринарную академию им. К.И. Скрябина, которую закончила в 1984 году, с дипломом ветеринарного врача. В 1991 году поступила в аспирантуру Крымского агротехнологического университета. В 1994 году успешно защитила кандидатскую диссертацию. В 1996 году ей присвоено звание доцента. В должности доцента кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных она работает более 20 лет, с момента образования факультета ветеринарной медицины, преподает одну из самых сложных и ответственных дисциплин для ветеринарного врача – анатомию животных, поскольку ее кандидатская диссертация была выполнена по анатомии. За эти годы Валентина Васильевна проявила себя как ученый-профессионал в области ветеринарии. Она совмещает в себе качества ученого и глубоко образованного, воспитанного, мудрого человека. Валентина Васильевна имеет большой практический опыт – общий стаж работы ее составляет более 40 лет, из них более 26 лет – педагогический. Она передает свои теоретические, практические знания и опыт профессиональной деятельности молодому поколению, чем снискала глубокое уважение и любовь студентов и сотрудников университета. Ее лекционные и лабораторные занятия, на которых применяются активные формы обучения, носят познавательный характер и всегда проходят с большим интересом у обучающихся. Все, кто знает Валентину Васильевну, отмечают ее искренность, порядочность, принципиальность и, в то же время, доброту. Коллектив сотрудников кафедры анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных сердечно поздравляет Валентину Васильевну с юбилеем, желает творческих успехов, достижения новых вершин в науке, хорошего настроения и исполнения желаний.